BÖLÜM IV

ŞEFTALİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE SULAMA VE BİTKİ BESLEME YÖNETİMİ

Prof. Dr. Yaşar ERTÜRK[1]

DOI: https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10137932

[1] Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir, TÜRKİYE. yasar.erturk@ahievran.edu.tr, orcid.org/ 0000-0003-2525-026

GİRİŞ

Şeftali (*Prunus persica* L.), *Rosales* takımı, *Rosaceae* familyası içinde *Prunus* cinsine ait bir türdür. Dünyada hem kuzey hem de güney yarımkürenin sıcak ılıman bölgelerinde yoğun olarak yetişen bir meyve türüdür. Orjininin Çin'in Kuzeybatı bölgesi olduğu belirtilmektedir. Tür ismindeki Persica kelimesinin, İran'da uzun yıllar yetiştirilmesinden geldiği düşünülmektedir. Buradan da Avrupa'ya ve sonrasında ise Amerika kıtasına taşındığı bildirilmiştir (Anonim, 2023).

Bahçe bitkileri yetiştiriciliğinden yüksek verim ve iyi ihracat kalitesi elde etmek için, modern teknolojiye sahip yüksek yoğunluklu ve verimli bahçeler oluşturmak zorunludur. Şeftali (*Prunus persica* L.) ağaçları da, yeterli miktarda su sağlanan besin elementi kapsamı yeterli ve dengeli olan verimli topraklarda yetiştiğinde çok güçlü gelişen verimli ağaçlar oluştururlar. Genellikle dünyada şeftali yetiştirilen birçok yer bu koşullara sahip olup biraz da denizlerin ya da büyük su birikintilerinin etkileri ile sıcak ılıman iklim özelliklerinden de yararlanır. Bununla birlikte, şeftali bahçelerinin daha zorlu topraklarda (verimsiz, yüksek pH, düşük mikro besinler vb.) veya yetersiz su kaynağında yetiştiği plantasyonlar da vardır. Buna bağlı olarak da, yetiştiricilerin bu yetersiz koşullarla başa çıkmalarına yardımcı olacak uygulamalar üzerinde yoğun çalışmalar söz konusudur. Dolayısıyla hem optimum hem de yetersiz koşullar altında bitki besleme ve su yönetiminin ele alınması daha da önemli olmaktadır. Mevcut koşullarda en yüksek verimin ve kalitenin elde edilebilmesi için yeterli miktarda besin ve suyu garanti ederken çevre kirliliği açısından da daha dikkatli olmak, gerekli önlemleri almak giderek daha da ön plana çıkan bir durumdur.

1. Şeftali Yetiştiriciliğinde Sulama ve Yönetimi

1.1. Şeftali ağaçlarında Sulama İhtiyacının Belirlenmesi

Şeftali ağaçları, diğer meyve türlerine nazaran daha yüksek su ihtiyacına sahip olma eğilimindedir. Çoğu araştırmacının üzerinde hem fikir olduğu konu şeftalinin Çin'de evrimleştiğidir. Göreceli olarak daha fazla su isteği, orjinin daha nemli olmasının etkili olabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla şeftali; fazlasıyla nemli koşullarda evrimleşen su isteği açısından daha toleranssız bir

türdür (Proebsting ve Middleton, 1980). Buna paralel olarak, normal koşullarda yeterli yağış alan bölgelerde dahi sulamanın meyve kalitesi, verimlilik özellikle de meyve iriliği için yararlı olduğu da bilinmektedir (Daniell, 1982; Layne ve Tan, 1984).

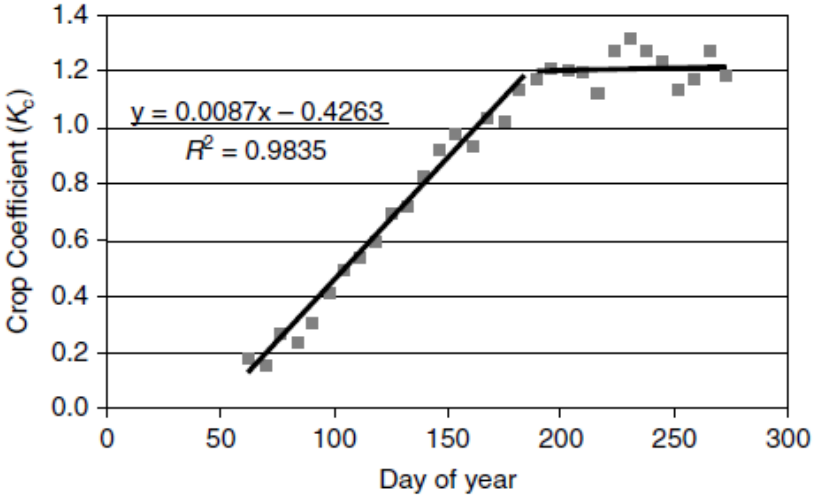
Şeftalide meyve gelişimi üç aşamada gerçekleşir. İlk aşamada, meyve boyutu öncelikle hücre bölünmesi nedeniyle artar. İkinci aşamada "çekirdek sertleştirme", meyve boyutunda çok az artış olur. Üçüncü aşamada ise; çekirdek sertleşmesinden hasada kadar olan, hücre genişlemesinden kaynaklanan hızlı meyve büyümesi ile belirginleşen olaylar hâkimdir. Bu hücre genişlemesi fazı bol miktarda kullanılabilir su gerektirir ve en sıcak ve en kurak yaz koşullarında gerçekleşir. En yoğun su kullanım dönemlerinde, şeftali ağaçları günde ağaç başına 130-150 litre su tüketir (Nagy ve diğerleri, 2012).

Su basmasına ve anaerobik toprak koşullarına karşı en hassas meyve türlerinden biri olarak kabul edilen şeftali, fazla sulanırsa birçok problemlere (*Phytoptora* kök çürüklüğü, demir klorozu gibi) de açık hale gelir. Bu yüzden ağır ve geçirimsiz topraklarda sulamanın yönetilmesi oldukça önemli hale gelmektedir (Alvino ve diğerleri, 1986; Teviotdale ve diğerleri, 1989; Schaffer ve diğerleri, 1992). Dolayısıyla şeftali bahçesi her nerede kurulmuş olursa olsun, doğru bir sulama rejimi için öncelikle sulama ihtiyacının belirlenmesi en kritik nokta olmuştur. Bu amaçla da pek çok araştırma yapılmıştır. Araştırmalarda ana prensip; topraktan buharlaşarak yapraktan da terleme yoluyla kaybedilen suyun (evopotranspirasyon) doğru yöntemlerle bitkinin istediği zaman, istediği miktar ve yöntemle verilmesi olayıdır.

Evapotranspirasyon miktarı iklim koşulları gibi pek çok faktörün etkisi altında değişkenlik göstermektedir. Bu miktarın belirlenmesi için meteroloji istasyonu parametreleri de kullanılmaktadır. Buharlaşma tavaları, lizimetreler gibi bir çok enstrüman doğru sulama yönetimine katkı sağlayan değerlerdir. Bu enstrümanlarla yapılan araştırmalarda yaz ortasında 1,1 ila 1,2 Kc değerleri (ET0'a göre) bildirilmiştir. Ayrıca kurak bölgelerdeki şeftali ağaçları için ihtiyaç duyulan su miktarının 1000 mm den fazla olması gerektiği ifade edilmiştir (Ayars ve diğerleri, 2003; Johnson ve diğerleri, 2005).

Meyve bahçelerinde evopatranspirasyonu (ET) etkileyen diğer bir faktör yaprak alanı gelişimidir. Çünkü ağacın suyu kullanımı, gölgelenmeyle doğru

orantılı olarak azalmaktadır (Goodwin ve diğerleri, 2006). Bilindiği gibi şeftali ağaçları nerdeyse yumuşak çekirdekli meyve türleri kadar şiddetli budanan sert çekirdekli meyve türlerinin başında gelir. Dolayısıyla kanopi içinde gölge oluşumu 1-2 ay alacaktır. Bu nedenle sezonun başında şeftali için mevsimsel lizimetre değeri (Kc), yaklaşık 0,1 ila 0,2 gibi düşük bir seviyede başlar (Ayars ve diğerleri, 2003). Mevsimin ilerlemesiyle yaprak alanının hızla artması ve kanopi ışık engellemesi genişlemeye devam ettikçe Kc değeri istikrarlı bir şekilde artar (Şekil 1).



Şekil 1. Bir lizimetreden hesaplanan tam verim çağındaki şeftali ağaçları için (2001'den 2003'e kadar ortalama) ürün katsayılarının (Kc) mevsimsel modeli. Her puan haftalık ortalamadır. Regresyon çizgisi, tomurcuk kırılmasından Temmuz başına kadar (yaklaşık 180. gün) toplanan veriler içindir. Regresyon doğrusu denklemi y = 0.0087x – 0.4263, R2 = 0.9835 şeklindedir (Johnson, 2008).

Fazla budama ihtiyacı duymayan diğer yaprağını döken ağaçlar için, değerlerin genellikle sezonun başlarında çok daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Allen ve diğerleri, 1998).

Şeftali ağacının su kullanımını modellemek için birkaç yaklaşım önerilmektedir. Bunlardan biri, kanopinin gelişirken ışığın kesilmesine dayanır (Johnson ve diğerleri, 2002; 2004). Diğer yaklaşım, farklı çeşitlerin meyve büyüme aşamalarına dayanmaktadır (Klein, 1993).

Genç ağaçlarda sulama ihtiyacı büyük ölçüde sulama dağıtım sistemine bağlıdır çünkü toprak buharlaşması burada evopotranspirasyonun (ET) önemli bir bileşeni olabilir. Evaporasyon, toprak yüzeyinin ne kadarının ıslandığına bağlı olarak salma veya karık sulama sistemlerinde oldukça yüksek seviyelerdedir. Bu nedenle, damlama sistemi, özellikle genç ağaçlarda sulamada ciddi miktarda tasarruf sağlayabilir (Fereres ve diğerleri, 1982).

Sürekli gerçek zamanlı toprak nemi ölçümleri olarak ta bilinen metot sayesinde, bitkiler için toprak suyunun devamlılığını kontrol etmek daha da kolaylaşmaktadır. Nitekim bu metotla yapılan çalışmalarda, genç şeftali ağaçlarının (*Prunus persica* (L.) Batsch cv. Flordastar) iki sulama uygulamasındaki toprak su içeriğini ve bunun bitkilerin fizyolojik tepkisi üzerindeki bir büyüme mevsimi boyunca etkisini inceleme ana prensip olmuştur. Kapasitans probu ölçümlerine göre programlanan sulama uygulamasının, geleneksel programlanmış sulamaya göre %18 oranında su tasarrufu sağladığı ve genç şeftali ağaçlarının toplam verim veya vejetatif büyümesi üzerinde hiçbir etkisi olmadığı bildirilmiştir (Mounzer ve diğerleri, 2008).

1.2.Kuraklık Stresi

Kuraklık stresinin şeftali ağaçlarının büyümesi ve üretkenliği üzerinde birçok olumsuz etkisi olabilir. Şiddetli stres ile fotosentez ve vejetatif büyüme büyük ölçüde azalır, bu da meyve üretiminin ve kalitesinin düşmesine neden olur. Kuraklık stresi ilerledikçe ksilem kavitasyonunun şiddeti giderek artar. Ek sulamanın yapılmadığı kurak bölgelerde, şeftali ağaçları yaprak alanını ve ürün yükünü azaltmak için ciddi şekilde budanmadıkça diğer meyve ağaçlarından daha hızlı ölüm eğilimindedir (Proebsting ve Middleton, 1980). Meyveli ağaçlara göre meyvesiz ağaçlarda, ağır ürün yükü daha yüksek stoma açıklığı nedeniyle daha fazla su stresine yol açabilir (Berman ve DeJong, 1996; Naor ve diğerleri, 1999). Meyve boyutu küçüldüğü ve anormal çiçek tomurcukları gelişebildiği için meyve kalitesi su stresinden de etkilenir, bu da meyve çiftleri ve derin dikişler gibi bozukluklara yol açar (Handley ve Johnson, 2000; Naor ve diğerleri, 2005). Normal görünen meyveler bile genellikle buruktur ve ciddi su stresi altında kırmızı renkten yoksun boz bir renkte oluşur (Proebsting ve

Middleton, 1980). Hasat sonrası sezonunda şiddetli kuraklık stresi, sonraki dönemlerde de verimi azaltabilir (Naor ve diğerleri, 2005).

Şeftali ağaçları doğası gereği çok kuvvetli gelişim gösterdiğinden, her yıl yoğun budama gerekir. Bu nedenle, susuzluk stresinin neden olduğu vejetatif büyümedeki hafif azalmalar, budamayı azaltabilecekleri ve ışık girişini artırabilecekleri için genellikle yararlı olarak kabul edilir. Ayrıca, orta düzeyde kuraklık stresi ile çiçeklenme ve meyve tutumunun arttığı (Chalmers ve diğerleri, 1985; Larson ve diğerleri, 1988) veya değişmeden kaldığı (Besset ve diğerleri, 2001) bildirilmiştir. Teorik olarak, orta derecede kuraklık stresi altında, üretkenliği düşürmeden sulama suyu tasarrufu sağlanabilir. Bununla birlikte, meyve taze ağırlığı su stresine karşı çok hassastır, bu nedenle meyve kuru ağırlığı etkilenmeden sulama miktarı azaltılabilir (Girona ve diğerleri, 2004). Nitekim, hafif veya orta düzeyde ürün yüküyle, kuraklık stresinin meyve taze ağırlığını azalttığını ancak kuru ağırlığı azaltmadığı belirlenmiştir (Berman ve DeJong, 1996). Bunun yanında verim yüksek olduğunda ise hem yaş ağırlık hem de kuru ağırlık azalmıştır. Bazı durumlarda da, orta düzeyli kuraklık stresi durumlarında şeftalide meyve şekeri konsantrasyonunda bir artış belirlenmiştir (Gelly ve diğerleri, 2004). Yine sorbitol, sukroz ve toplam şekerlerde orta düzeydeki kuraklık stresinin bir artış sağladığı da bildirilmiştir (Kobashi ve diğerleri, 2000). Bu durum daha yüksek turgor potansiyeliyle meyve büyümesinde artış sağlayabilir (Abrisqueta ve diğerleri, 2008).

1.3. Şeftali Bahçelerinde Sulamanın Yönetimi

Şeftali yetiştiriciliğinin yapıldığı dünyanın pek çok bölgesinde zorunlu olarak ilave sulamalar yapılmaktadır. Çünkü giderek daha da düzensiz bir hal alan yağış durumu ve dağılımı bunu zorunlu kılmaktadır. Ayrıca yağışların durumu hem zaman hem de mekânsal olarak sınırlı kalmaktadır.

Şeftali meyve gelişimi üç aşamada gerçekleşir. İlk aşamada, meyve boyutu hücre bölünmesi nedeniyle artar. İkinci aşamada "çekirdek sertleştirme" aşamasında, meyve boyutunda çok az artış olur. Çekirdek sertleşmesinden hasada kadar olan üçüncü aşama, hücre genişlemesinden kaynaklanan hızlı meyve büyümesi ile kendini gösterir. Bu üçüncü faz hücre genişlemesi, yeterince su gerektirir ve genellikle en sıcak ve en kurak yaz koşullarında gerçekleşir (Black ve diğerleri, 2008). Nitekim; meyve gelişimi aşamasında ek

sulama uygulamasının şeftalide meyve verimini ve yaprak N konsantrasyonunu artırdığı (Glenn ve diğerleri, 1996), sulama ile fotosentetik hız ve stoma iletkenliğin yükseldiği ve yaprak dökülmesinin geciktirildiği belirlenmiştir (Layne ve diğerleri, 1994).

Şeftali bahçelerinde sulama farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilir, ancak hangisinin kullanıldığına bağlı olarak su kullanım etkinliği de farklılaşacaktır. Uygun sulama planlaması, bitki gelişiminin bir fonksiyonu olarak potansiyel su kullanımı (buharlaşma-terleme) ile ilgili gerçek bitki suyu kullanım verilerini gerektirir (Ayars ve diğerleri, 2003). Sulama için öncelikle farklı toprak yapıları için değişik sulama rejimlerinin gerekliliğini ifade eden mevcut su kapasitesi ve alım hızı aralıklarını da bilmek gerekiyor (Tablo 1).

Tablo 1. Çeşitli toprak yapıları için mevcut su kapasitesi ve alım hızındaki aralıklar (Tan ve Layne, 1990)

Toprak Telkstürü	**Mevcut su kapasitesi (mm su/cm toprak)**		**Giriş hızı (mm/s)**	
	Değer/Menzil	**Ortalama**	**Değer/Menzil**	**Ortalama**
Kumlu	0.5–0.8	0.65	12–20	16.0
Tınlı-Kumlu	0.7-1.0	0.85	7-12	9.5
Kumlu-tınlı	0.9-1.2	1.05	7-12	9.5
Tınlı	1.3-1.7	1.50	7-12	9.5
Siltli-Tınlı	1.4-1.7	1.55	4-7	5.5
Siltli-Killi-Tınlı	1.5-2.00	1.75	4-7	5.5
Killi-tınlı	1.5-1.8	1.65	4-7	5.5
Killi	1.5-1.7	1.60	2-5	3.5

Sulama planlaması için kullanılan yöntemler şunlardır:

Kullanılacak sulama yöntemi, bitkilerin sudan maksimum yararlanabilmesi için, aktif kök bölgesine en yüksek düzeyde suyu sağlayacak özellikleri barındırmalıdır. Bahçecilikte, sulama yüzeysel ve basınç kullanımıyla sulama olmak üzere 2 şekilde planlanabilir. Sert çekirdekli meyvelerde sulama yönteminin uygulanması için yüzey sulama, yüzey altı sulama, yağmurlama sulama ve damlama veya damlama sulama olmak üzere bir başka sınıflandırma daha vardır.

Geleneksel ve eski sulama yöntemi olan yüzey sulama yöntemi, modern bahçe kuruluşunda hızla terkedilmiştir. Aşırı su kayıpları, yıkanma, yüzey akışı, fazlasıyla yabani ot istilası, daha yüksek toprak erozyonu, tuzlulaşma gibi istenmeyen pek çok sorunu barındırır.

Modern meyvecilikte, damla sulama, meyve bahçelerini sulamanın en verimli yöntemidir ve suyun doğrudan bitkilerin kök bölgesine yakın toprak yüzeyinin üzerine veya altına düzenli olarak verilmesi prensibini ilke edinmiştir. Sulama, toprak yüzeyinde veya hemen altında belirli bir noktada damlatıcılar yardımıyla çok yavaş bir oranda damla damla verilir. Damlama yöntemiyle sulama, toprak altına veya toprak boyunca veya bazen toprak seviyesinden 10-15 cm yukarıya döşenen ve demir tellerle bağlanan plastik yanal boruları kapsamaktadır. Damla sulama, geleneksel ve yağmurlama sulama yöntemiyle karşılaştırıldığında su kullanım verimliliğini %70-90'a kadar artırmayı amaçlar (Sivanappan, 1994). Tek başına damla sulama uygulaması, damlama yoluyla suda çözünen gübrelerin verilmesi (fertigasyon) ve malç kullanımı, sert çekirdekli meyve türlerinde büyüme, ve büyüme kuvveti, meyve tutumu, meyve kalitesi, verim ve su kullanım etkinliğini önemli ölçüde etkilemektedir (Singh ve diğerleri, 2002; Banyal ve diğerleri, 2015).

Damla sulama gibi modern yöntemlerle yapılan sulamanın, bitkilerin büyümesini ve canlılığını önemli ölçüde artırdığı bilinmektedir. Farklı şeftali çeşitleri ile yapılan birçok çalışmada bu sonuçlara benzer raporlar sözkonusudur. Hemen hemen tüm çalışmalarda yüzey ve yüzey altı damla sulama yöntemiyle sulanan ağaçların, diğer yöntemlerle sulananlara göre daha fazla gelişim gösterdiği tespit edilmiştir (Damiell, 1982; Bryla ve diğerleri, 2003; 2005 Verma ve Chandel, 2017)

Ürüne su farklı yöntemlerle sağlanabilir, ancak hangisinin kullanıldığına bağlı olarak su kullanım etkinliği değişecektir. Sulama planlaması için kullanılan yöntemleri özetlemek gerekirse aşağıdaki gibi bir tasnif yapılabilir (Zambrano Carlos ve diğerleri, 2018):

1. Deneyimleme Metodu: Suya ihtiyaç olup olmadığına karar vermek için meyve bahçesindeki toprak nemini düzenli olarak takip etmek olarak özetlenebilen bu yöntem, yalnızca meyve bahçesinin sulanması gerekip gerekmediğine karar vermek için yetiştiricinin deneyimine dayanır. Bu

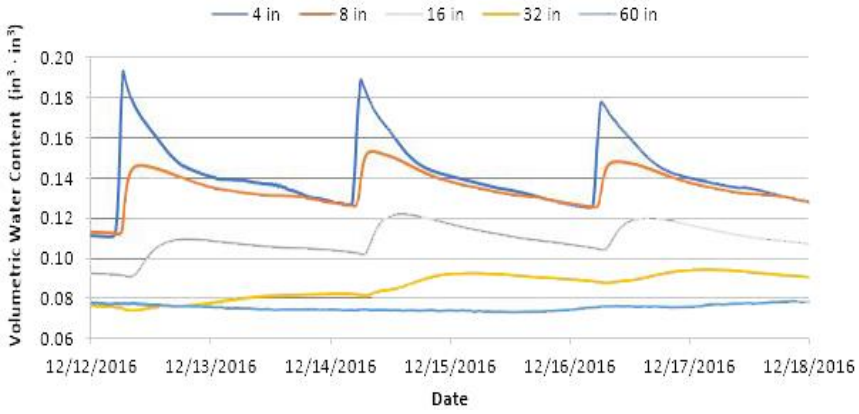
yöntemde bahçeye düzenli ziyaretlerle belirli bir çizelge hazırlanır. Çizelgeleme yönteminin avantajı, meyve bahçesine düzenli ziyaretler sayesinde bahçenin ihtiyaç duyduğu diğer kültürel faaliyetler, hastalık ve zararlıların erken dönemde tespiti gibi diğer sorunların da izlenmesi için faydalı olmasıdır. Bunu yanında bahçenin düzenli dolaşılması için gerekli zaman sarfiyatı ve sulama ihtiyacı konusunda kesinliğin olmaması da önemli dezavantajları olabilir.

2. Sistematik/programlı yöntem: İki günde bir veya haftanın belirli günlerinde su verilmesi işlemleri olarak ifade edilen bu metot, genellikle otomatik bir zamanlayıcı ile veya belirli gün ve saatlerde, yağış veya bitkinin su talebindeki günlük değişiklikleri az çok hesaba katarak sulamanın başlatılması olarak özetlenebilen bir metottur.

Bu zamanlama yöntemi, meyve büyümesi sırasında sulama sıklığını artırarak ve/veya meyvelerin olmadığı veya ağaçların uykuda olduğu zamanlarda sulama sıklığını veya çalışma süresini azaltarak mevsime bağlı olarak ayarlanır. Bu yöntem, tarihsel verilere ve önceki yıllara ait bilgilere dayanarak uyarlanabilir. Bununla birlikte, az ya da fazla sulama olasılığının daha yüksek olabilir.

***3. Toprak nemine dayalı yöntem*:** Sulamayı toprak suyu sensörlerine (tansiyometreler veya toprak nemi sensörleri) göre ayarlayan bir metottur. Bu yöntem, toprak su potansiyelini (SWP) veya hacimsel su içeriğini (VWC) ölçen toprak su sensörlerini kullanır. SWP sensörü ölçümü, köklerin suyu topraktan bitkinin içine taşımak için uyguladığı kuvvete (emme) karşılık gelir. Toprak ne kadar kuru olursa, bitkinin su alması için ihtiyaç duyduğu emme ve enerji o kadar yüksek olur. Toprak su potansiyeli ölçerler (tansiyometreler), suyun toprak parçacıkları tarafından tutulduğu kuvveti, genellikle santibar (cbar) veya kiloPascal (kpa) cinsinden ölçer. Kumlu topraklar için genel bir kural olarak, 0 ile 5 cbar arasındaki toprak su gerilimi okumaları, toprağın doymaya yakın olduğunu ve sulamanın durdurulması gerektiğini gösterir. SWP sensörü okumaları 10 ila 15 cbar'a ulaştığında, şeftali ağaçları ivedilikle sulanmalıdır. 25 cbar'ın üzerindeki okumalar şiddetli kuraklık stresini veya tansiyometrelerin düzgün çalışmadığını ve bakıma ihtiyaç duyabileceğini gösterir (Migliaccio ve diğerleri, 2015).

Toprak VWC sensörleri, farklı prensipler kullanarak topraktaki hacimsel su içeriğini tahmin eder. VWC, toprak su derinliğine dönüştürülebilir (birim yüzey alanı [inç su] üzerinde belirli bir derinliğe kadar topraktaki su hacmi), böylece evopatranspiransyon ve yağış ile karşılaştırılabilir. Toprak nemi sensörlerinin doğru kullanımı, toprağın su tutma kapasitesi, özellikle "toprak alan kapasitesi" ve "solma noktası" gibi toprak nemi seviyeleri hakkında bilgi gerektirir. Toprak alan kapasitesi, yerçekimi etkisiyle drenajdan sonra kalan kullanılabilir toprak suyunun üst sınırıdır. Genel olarak, kumlu topraklar için, toprak alan kapasitesinin VWC'si, VWC'nin yaklaşık %12 ila 16'sı suya eşdeğerdir. Solma noktası, bitkilerin topraktan su çekebildiği kurak zamanı ifade eder. Kumlu topraklarda solma noktası VWC'nin %5 ila %7'si arasında değişir (Zotarelli ve diğerleri, 2016). Örneğin, kumlu bir toprağın tarla kapasitesi %12 ve solma noktası %5 ise, toplam kullanılabilir su aralığı %7'dir. Çiçeklenme ve meyve büyümesi sırasında şeftalilerin sulama programı, toprak nemi sensörü okuması VWC'nin %10,25'ine (mevcut toprak suyunun tükenmesinin %25'ine eşdeğer) ulaştığında, sulamaya devam edilmelidir. Toprak VWC sensörlerinin kullanımına bir örnek Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. 12-18 Aralık 2016, Citra, Florida arasında kumlu topraklarda (Arredondo kumu) 4, 8, 16, 32 ve 60 inç derinlikte toprak su içeriği (Zambrano ve diğerleri, 2018).

Tansiyometrelerin çalışma aralıkları ve toprak hacimsel su içeriği, kumlu topraklardaki şeftalilerin sulama yönetimi için genel bir kılavuz olarak Tablo 2'de verilmiştir. Okumalar bu aralıkların dışında olduğunda sulama uygulanmalıdır.

Tablo 2. Kumlu topraklarda tansiyometrelerin çalışma aralığı ve hacimsel su içeriği (Zambrano ve diğerleri,. 2018).

Fenolojik Dönem	Çalışma Aralığı* Tansiyometre (cbar)	VWC(in^3/in^3)
Çiçeklenme ve meyve tutumu	5-10	11-9
Vejetatif Gelişme	10-15	9-6
Dormansi	15-20	6-4

** Kumlu topraklar için örnek olarak 11 in^3/in^3 tarla kapasitesi varsayılmıştır.*

Şekil 2'de altı günlük bir süre boyunca farklı toprak derinlikleri için toprak VWC'sini gösterir. Toprak VWC ani artışları 12/12/16, 12/14/16 ve 12/16/16 tarihlerinde gerçekleşen sulama olaylarından kaynaklanmaktadır. Tahmini toprak alanı kapasitesi yaklaşık %15'tir. Sulama olaylarının, toprak VWC sensörü 4 ve 8 inç derinliğe kurulduğunda, tahmini %13 VWC olduğunda başlatıldığına dikkat edilmelidir. Bu durumda, sulama aralıkları arasındaki toprak suyu tüketimi yaklaşık %13 olmuştur (örneğin, sulama, toprak VWC'si toprak alan kapasitesinin %2 altında olduğunda başlatılmıştır). Bu örnek, şeftali ağaçlarının çiçeklenme ve meyve verme aşamasındayken uygun bir sulama zamanlamasını göstermektedir. Sulama olayından sonra, daha derin toprak seviyelerinde (32 ve 60 inç derinlik) toprak neminde çok az değişiklik olduğuna dikkat edilmelidir. Bu da fazla sulama suyu uygulamasının gerçekleşmediğinin iyi bir göstergesidir. Bu yöntemde yapılan okumalar toprak suyu koşullarının gerçek zamanlı ölçümleridir. Dolayısıyla sulama uzaktan bağlantı kullanılarak gerçek zamanlı olarak kontrol edilebilir. Fakat, sensörlerin maliyeti, bakım ve uzaktan iletişimden kaynaklanan ek maliyetler (servis faturaları gibi) gibi bazı konular yöntem dezavantajları olarak ifade edilebilir.

Kızılötesi termometre (IRT) sensörlerinden gelen uzaktan algılanan gölge sıcaklığının, bitki su stresini tespit etmede etkili olduğuna ilişkin pek çok çalışma yapılmıştır. Özellikle erken olgunlaşan bir şeftali bahçelerinde yürütülen bu çalışmalarda IRT sensörleri, bazen tek başına etkinlik ölçümlerine tabi tutulmuş bazen de karık, mikro-sprey gibi yüzey damla sulama sistemlerini içeren metotlarla kıyaslanmıştır. Genel olarak, IRT sensörlerinin yerleştirilmesi, gölgelik su durumunun gerçek zamanlı ölçümünü sağlamış ve bu yöntemle elde edilen bilgiler, sulama yönetimi kararları almak için çok değerli olmuştur (Baker ve diğerleri, 2013)

4. Hava Durumuna Bağlı Yöntem: Bu yöntem, bahçelerin kurulduğu lokasyonlarda etkili Otomatik Hava Durumu Ağı veya özel tesis içi hava istasyonları gibi kamu kaynaklarından elde edilen ETo değerlerini kullanır. Bu yöntemler, bir sulama miktarını belirlemek için ETc kayıplarını ve yağış katkılarını tahmin eder (Kisekka ve diğerleri, 2016). Bu yöntem, ücretsiz olup, herhangi bir ekipman satın alınmasını gerektirmez. Bununla birlikte, kullanıcı mutlaka uygun bilgileri toplamalı ve gerekli hesaplamaları yapmalıdır. Alternatif olarak, hava durumu veya ET tabanlı kontrolörler kullanılabilir. Bu kontrolörler genellikle etkili yağış, net sulama, toprak nemi ve mahsulün evapotranspirasyonu hakkında günlük bilgi toplar. Kontrolörler, yalnızca gerektiğinde sulama yapmak için verileri ve istenen su tüketim yüzdesini kullanır. Bu kontrolörlerin bir avantajı, denetime ihtiyaç duyulmaması, sadece ekipman için periyodik bakım yapılmasının gerekli olmasıdır. Bu ekipmanın ilk yatırım maliyeti ve rutin bakım faturaları en önemli dezavantajını oluşturmasıdır (Dukes ve diğerleri, 2015). ETo değerleri, uygulanması gereken su miktarını daha doğru bir şekilde tanımlayan mahsul katsayısı (Kc) değerleri ile birlikte yaygın olarak kullanılır. Şu anda Florida'daki şeftaliler için Kc değerleri yoktur, ancak Florida'daki şeftali üretimi için ETc'yi tahmin etmeye yardımcı olabilecek FAO-56 (Allen ve diğerleri, 1998) tavsiyelerinden alınan Kc değerleri vardır.

Bu yöntemlerin haricinde farklı türlerde denemeleri yapılmış bazı yeni metotlar da değerlendirilmektedir. Örneğin bunlar; multispektral görüntüler (Dzikiti ve diğerleri, 2010), özsu akışı ve gövde çapı değişimleri (Intrigliolo ve Castel, 2004; Steppe ve diğerleri, 2008; doPaco ve diğerleri, 2012) veya toprak nemi ve meteorolojik verilerin entegre edildiği (Marti ve diğerleri, 2013) yöntemler olabilir.

Yukarıda sulamanın yönetilmesinde özellikle ihtiyacın belirlenmesine göre baz alınan yöntemler özetlenmeye çalışılmıştır. Bu yöntemler içinde geliştirilmekte olan bir kısım teknolojinin de dâhil olduğu farklı yaklaşımlarda sözkonusudur. Hali hazırda belirlenen su ihtiyacının modern yetiştiricilikte genellikle kullandığı damla sulama sistemine dair değerlendirmeler aşağıda özetlenmiştir.

1.4. Damla Sulama Sistemi

Şeftali yetiştiricileri, kritik dönemlerde meyve büyüklüğünü, ağaç büyümesini ve üretkenliği korumak için düzenli olarak sulama yapmalıdır. Her meyve bahçesi farklıdır, ancak tüm meyve bahçeleri kuraklık sırasında bir miktar su kıtlığı ve stres yaşayacaktır.

Meyve bahçelerinde damla sulamanın yaygınlaşması, su kullanım verimliliğinin %90-95 oranında olmasından kaynaklanmaktadır (Kumar ve diğerleri, 2021). Damla sulama, bahçelerde sıra arası tarımsal işlemlerin yapılmasına ve gübreleme ile kullanılan su ve besin maddesinin yüksek yoğunluklu kök bölgesine ulaşmasını sağlamasından dolayı iyi bir dağıtım sistemidir. Kurak ve yarı kurak alanlarda yaygın bir uygulamadır. Yoğun su kullanım dönemlerinde, bireysel şeftali ağaçları ağaç başına günde 130-150 litre su tüketir (Anonim, 2023b). Normal koşullar altında, olgun bir şeftali ağacı, Temmuz ve Ağustos aylarında günde yaklaşık 35 - 40 galon suya ihtiyaç duyar. Geç olgunlaşan şeftali ağaçlarıyla karşılaştırıldığında, erken olgunlaşan şeftali çeşitleri genellikle Mayıs sonu veya Haziran başında olgunlaşır ve hasat edilir ve en yüksek su talebi hasat sonrası yaz aylarında olur. Bu ihtiyacın giderilmesinde yüzey üzeri ve toprak altı damla sulama sistemleri daha yüksek sulama verimliliğine sahip olup daha yüksek büyüme ve üretim sağlamıştır (Bryla ve diğerleri, 2005). Ayrıca; yüzey üzeri ve toprak altı damlama sistemi, buharlaşmayı azaltma ve derine sızmayı daha iyi kontrol etme avantajına sahiptir (Zhang ve diğerleri, 2017). Damla sulama için hedef, verim çağındaki ağaçlarda kök bölgesinin %25 - 60'ını ıslatmaktır.

1.5. Şeftali Yetiştiriciliğinde Kısıtlı Sulama Uygulamaları

FAO tarafından orta vadede önerilen yaklaşımlardan biri de, bitki gelişiminin belirli dönemlerinde bitki su gereksinimlerinin yalnızca bir kısmının uygulanmasına dayanan bir sulama stratejisi olan düzenlenmiş açık sulamadır (DAS). Kısıtlı sulama, tavsiye edilen seviyelerin altında sulama yaparak birim arazi alanı yerine uygulanan birim su başına meyve üretimini maksimize eden kanıtlanmış bir araçtır (Ferres ve Soriano, 2007). Bu yaklaşımda asıl prensip, bitkilerin DAS tarafından indüklenen su stresine tepkisinin büyüme aşamasına göre değişmesi ve bitkilere kritik olmayan aşamalarda uygulanan su kısıtlamalarının normal büyümeleri gerilese bile bitki

verimliliği üzerinde önemli olumsuz etkilere neden olmayabileceğidir (Capra ve diğerleri, 2008; Razouk ve diğerleri, 2021). Kısıtlı sulama ya suyun verimi düşürmediği mahsul fenolojisi sırasında belirli dönemlerde uygulanır ya da büyüme mevsimi boyunca sabit bir seviyede sürdürülür (Steduto ve diğerleri, 2012; Zhou ve diğerleri, 2017). Başarılı kısıtlı sulama, stresi ve sulamayı yönetmek için ağaç su durumunun izlenmesini gerektirir (Liu ve diğerleri, 2016). Bunu başarabilmek için özsu akış hızı, net fotosentez oranı, terleme oranı, stoma iletkenliği, su kullanım etkinliği ile verim ve meyve kalitesinin ölçüldüğü kompleks bir süreci yönetmek önemlidir.

Şeftali gibi ağaçlarda, meyve büyümesinin yavaşlama dönemleri, su stresine en az duyarlı aşamalar olarak bilinir, bu dönem de genellikle çekirdek sertleşmesi ve daha az meyve büyümesi ile karakterize edilir (Duncan, 2014). Bu yaklaşımın uygulanabilmesi için tür, çeşit ve çevreye göre değişen meyve büyüme eğrilerinin oluşturulması ve bu dönemlerin önceden belirlenmesi gerekir (Pinto ve diğerleri, 2016, Razouk ve diğerleri, 2021). DAS, meyve veriminde hafif bir azalma ile ya da verimde önemli bir kayıp olmaksızın sulama suyundan tasarruf etmek için meyve ağaçlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Kriedeman ve Goodvin, 2003). Bu tekniğin toplam verim üzerindeki faydaları badem, elma, kayısı, zeytin, armut ve fıstık gibi çeşitli meyve türlerinde gösterilmiştir (Razouk ve diğerleri, 2021). Verim genellikle asimile edilmiş karbon miktarına bağlı olduğu için, su eksikliğinden ve özellikle şiddetli eksiklikten etkilenir (Gelly ve diğerleri, 2003). Nitekim, çiçeklenme öncesi su eksikliği, meyve sayısını azaltır, ancak meyve boyutu sabit kalabilir veya hatta her bir meyve için asimilatların mevcudiyetinin artması nedeniyle artabilir (Fanwoua ve diğerleri, 2014). Bu durumda, meyve kalitesi üzerindeki su eksikliği etkileri sınırlıdır. Bununla birlikte, çiçeklenme sonrası su eksikliğinin sonuçları önemlidir. Genel olarak, potansiyel meyve boyutunu belirleyen hücre bölünmesi aşaması, sonraki hücre dolum aşamasından daha hassastır (Ben Mechlia ve diğerleri, 2002). Diğer fizyolojik ve patolojik değişiklikler, meyve çatlaması da dahil olmak üzere çiçeklenme sonrası aşamadaki su eksikliğinden kaynaklanır (Jaroszewska, 2011). Meyve büyümesinin geç aşamalarında şeftaliye uygulanan DAS, meyve kabuğunun daha kırmızımsı bir renklenmesiyle suda çözünen madde miktarının titre edilebilir asitliğe oranını önemli ölçüde artırmıştır (Naor, 2006; Rahmati ve

diğerleri, 2015). Genel olarak, DAS'ın meyve biyokimyasal özelliklerini koruduğu ve hatta iyileştirdiği konusunda bir fikir birliği vardır, ancak buradaki zorluk, özellikle şiddetli su eksikliğinde sıklıkla etkilenen meyve fiziksel özelliklerinin ve verim seviyesinin tatmin edici bir seviyede sürdürülebilmesidir (Ripoll ve diğerleri, 2014). Bu bağlamda, çeşitlerin hassasiyeti ve ekosistem tarafından dayatılan iklim koşulları açısından farklılıklar göz önünde bulundurulurken, meyve büyümesinin yavaşlama dönemleri gibi meyve fiziksel kalitesi ve ağaç verimi için kritik olmayan aşamalarda DAS' ın farklı yoğunluklarla test edilmesi önemlidir. Nitekim şeftalilerde II. Büyüme evresinde yapılan farklı kısıtlanmış sulama oranlarında (%100 ETC, % 75 ETC ve %50 ETC) DAS-50 altında sadece 9 şeftalide verim ve meyve boyutu önemli ölçüde azalmıştır. Denemenin ilk yılında şeker/asit oranı ve polifenol içeriğindeki artışla bu türde meyve kalitesi iyileşmiştir. Şeftali ağaçlarında hasat sonrası sulama da kök büyümesini ve ağaç sağlık durumunu kolaylaştırmak için tavsiye edilebilir bulunmuştur (Razouk ve diğerleri, 2021). Benzer şekilde farklı ekoloji ve farklı çeşitle yapılan bir başka araştırmada ise %75 ETc gibi hafif su kısıtı uygulaması, daha az fakat daha büyük meyve, %100 ETc işlemine kıyasla daha fazla çözünür katı madde ve C vitamini, daha sıkı meyve ve geliştirilmiş şeker/asit oranı ve meyve rengi ile sonuçlanmıştır (Zhou ve diğerleri, 2017).

Genel olarak, %75 ETc'de sulanan ağaçlar, meyve kalitesini iyileştirirken ve daha az su kullanırken verimi korumuştur. DAS uygulamalarının şeftalilerde meyve suyunda da azalmaya sebep olabileceği, tam sulamaya geçtikten sonra kademeli olarak bu azalmanın telafi edildiği tespit edilmiştir (López GArbones ve diğerleri, 2008). Ayrıca, su eksikliği altındaki çeşitli bitkilerde, fotosentez kapasitesi korunurken, stoma iletkenliğindeki bir azalmaya tepki olarak yapraklardaki hücreler arası CO_2 konsantrasyonunun azaldığı gösterilmiştir (Chaves ve diğerleri, 2003). CO_2'deki bu düşüş, gen ekspresyonunda değişikliklere neden olarak bazı enzimlerin inhibisyonuna ve diğerlerinin aktivasyonuna yol açarak meyve ağırlığını veya su içeriğini önemli ölçüde değiştirmeden meyve kalitesini etkileyebilir (Chaves ve Olivera, 2004).

2. Şeftali Yetiştiriciliğinde Besin Gereksinimlerinin Belirlenmesi

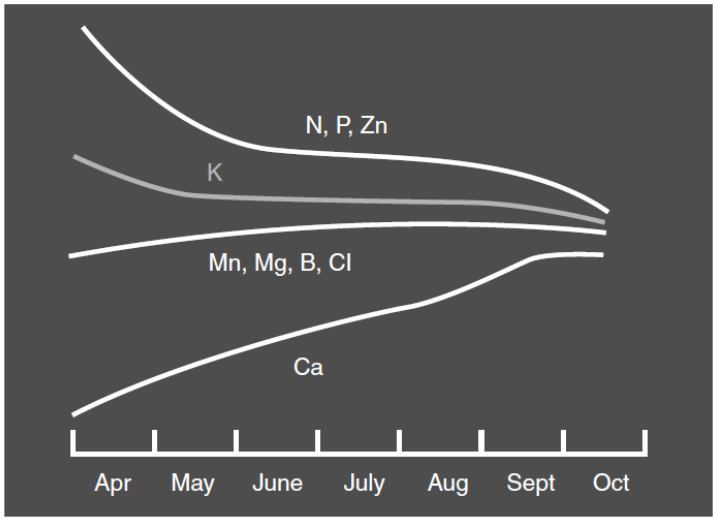
Şeftali ağaçları, optimum büyüme ve verimlilik için en az 16 temel elemente ihtiyacı vardır. Bu besinlerden herhangi birinin eksikliği, üretim, meyve kalitesi, büyüme, gelişme veya bitki sağlığı ile ilgili sorunlara yol açabilir. Dolayısıyla doğru bitki besleme yönetimi için ilk öncelikli adım o bitki için hem toprak hem de yaprak örneklerinin alınarak bitkinin mevcut besin elementi kapsamının belirlenmesidir. Bunun için, genel olarak her bir besin maddesi için eksiklik eşiği belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenen şeftali eksiklik eşikleri ve yeterlilik aralıkları. (Yaz ortasında toplanan ve kuru ağırlık bazında ifade edilen sürgün ortası yapraklar için değerler) (Leece ve diğerleri, 1971; Johnson, 2008).

Element	Eksiklik Eşiği	Yeterlilik Aralığı
N (%)	2.2–2.4	2.6–3.5
P (%)	0.09–0.12	0.14–0.40
K (%)	0.75–1.0	2.0–3.0
Ca (%)	1.0	1.5–3.0
Mg (%)	0.10–0.30	0.30–0.80
S (%)	0.09	0.14–0.40
Zn (ppm)	10–20	20–50
B (ppm)	15–30	30–70
Fe (ppm)	-	80–250
Mn (ppm)	20	40–200
Cu (ppm)	3	5–16

Araştırıcılar son yıllarda, beslenme sorunlarının belirlenmesi için daha doğru örnekleme metotlarına odaklanmıştır. Bu çabaların en önemli gerekçelerinden birisi de, tarımsal kaynaklı kirliliğin en aza indirilmesi amacıdır. Bu sayede hem sürdürülebilir bir bahçe besin yönetimi sağlanmakta hem de bahçe karlılığı maksimuma ulaştırılmaktadır. Gerekli besin elementlerinin gerektiği miktarda ilave edilebilmesi için ağaçtaki besin elementi seviyelerinin belirlenmesi için doğru zamanda örneklemeler gereklidir. Yapraklardaki semptomlar bu amaçla bir teşhis aracı olarak kullanılabilir, ancak genellikle ağaçta veya mahsulde ciddi hasar meydana

gelene kadar eksiklik semptomları görülmeyebilir. Ayrıca, bazı besinler için herhangi bir yaprak belirtisi görülmeden verimlilik kaybı meydana gelebilir. Bu nedenle, daha etkin bir yöntem gereklidir. Şeftalilerin yanı sıra diğer birçok bitki için geliştirilmiş standart yöntem, sürgün ortasındaki olgun yaprakların, yaz ortasında örneklenmesidir. Bazı çalışmalarda çiçeklenmeden sonraki 100 ile 125 gün arasındaki dönemde çoğu besin maddesinin nispeten sabit değerlere ulaştığı, dolayısıyla bu dönemde örneklenebileceklerine ilişkin sonuçlar bildirilmiştir (Leece ve diğerleri, 1971; Johnson, 2008) (Şekil 3). Bu yöntemin tüm ekolojilerde neredeyse standart prosedür haline gelmesine karşın, bu yöntemin genellikle o yılki verim ve meyve kalitesi için herhangi bir düzeltici önlem uygulamakta çok geç bir zaman olması en büyük dezavantajıdır. Bu sebeple erken sezon (çiçeklenmeden 60 gün sonrası gibi) veya hatta uykuda örnekleme tercih edilebilir. Nitekim Fe içeriği için çiçek örneklemesi, demirin bir göstergesi olarak önerilmektedir (Sanz ve diğerleri, 1997a ve Sanz ve diğerleri, 1997b).



Şekil 3. Büyüme mevsimi boyunca yapraktaki mineral besinlerin konsantrasyon eğrilerinin genelleştirilmiş şekilleri. Eğriler, kuzey yarım küre için gerçek seviyeleri değil, eğilimleri gösterir (Johnson, 2008).

Ağaç besin durumunun erken bir göstergesi olarak hareketsiz sürgünlerin veya köklerin kullanılması olasılığı da vardır (Johnson ve diğerleri, 2006). Araştırmacılar ayrıca besin verilerini analiz etmek için daha karmaşık

yöntemleri değerlendirilmektedir. Hem teşhis ve tavsiye entegre sistemi (DRIS) hem de optimum yüzdeden sapma (DOP) yöntemi şeftali ağaçlarına düşük düzeyli de olsa başarı ile uygulanmıştır. DRIS yaklaşımı, teorik olarak zaman içinde sabit kalan bir dizi indeks oluşturmak için besin oranlarını ve ürünleri kullanır (Walworth ve Sumner, 1987). DOP yaklaşımı, belirli bir numunenin teorik bir optimumdan sapmasını basitçe nicelleştirmektedir (Montañes ve diğerleri, 1993). Genel olarak, sonuçlarının kesin olması ve eksikliği gidermek için gerekli gübre miktarını ifade eden kılavuzlar sağlaması gibi nedenlerle DOP yönteminin daha faydalı olabileceği bildirilmiştir (Sanz, 1999).

Azot

Azot (N), amino asitler, proteinler, enzimler, nükleik asitler (DNA'nın bileşeni) ve klorofil dahil olmak üzere birçok önemli bileşikte bulunduğundan bitki yaşamı için kritik bir elementtir. Dünyadaki şeftali bahçelerine evrensel olarak uygulanması gereken tek besin maddesidir. Yıllık uygulamalar her zaman gerekli olmasa da sürekli verimlilik ancak düzenli N gübre uygulamaları ile sağlanabilir. Şeftali ağaçları N'ye çok net tepki verir. Yoğun gübreleme ve uygun çevre koşulları altında, aşırı vejetatif büyüme ve çok yoğun bir gölgelik elde edilir. Bu gerekçelerle, birçok şeftali yetiştiricisi bahçelerine daha az N uygulama yöntemini tercih etmektedirler. Önceleri önerilen 200 kg N/ha veya daha fazla oranların (Daane ve diğerleri, 1995; Tagliavini ve diğerleri, 1996) yerini genellikle 100 kg N/ha civarında ya da daha az seviyeler almıştır (Tagliavini ve Marangoni, 2002). Bunun yanında ekolojiye göre küçük farklılıklar olsa da azotlu gübrelerin az miktarlarda ve vejetasyon dönemi boyunca fazla uygulama yoluyla verilmesi önemlidir.

N noksanlığı, açık yeşil veya sarı yapraklı vejetatif büyüme ile tanımlanır. Sürgünlerde ve yaprak kanatlarında genellikle karakteristik bir kırmızı renklenme gelişir. Çoğu zaman bu renk değişikliği yapraklarda kırmızı veya kahverengi lekeler şeklinde olur. Düşük N altında üretilen meyveler daha küçüktür ancak yüksek N ile üretilen meyvelere kıyasla kırmızı rengi daha fazladır (Şekil 4) (Johnson ve Uriu, 1989).



Şekil 4. Solda, azot eksiklik belirtileri, sağda azot noksanlığından kaynaklanan kırmızı lekeler (Anonim, 2023).

Çiçek yoğunluğu ve meyve tutumu genellikle N'den etkilenmese de, meyve boyutunun küçülmesi ve daha kısa sürgünler nedeniyle daha az meyve verme alanı olması nedeniyle toplam verim düşer. Şiddetli noksanlıkta, meyveler daha buruk ve liflidir ve yeme kalitesi daha düşüktür. N seviyeleri çok yüksek olduğunda, en belirgin problemler aşırı vejetatif büyümeden kaynaklanır (Lobit ve diğerleri, 2001). Ortaya çıkan gölgelenme, meyvede daha az kırmızı renklenmeye, olgunlukta gecikmeye neden olur ve kanopinin iç ve alt kısımlarında meyve veren sürgünlerin aşırı derecede ölmesine yol açabilir Ayrıca, budama maliyetleri daha fazladır. Ayrıca, birçok zararlı ve hastalık sorunu yüksek N seviyelerinde şiddetlenme eğilimindedir. Aşırı azotlu gübre uygulamasının sebep olduğu daha ince bir kütikül tabakası nedeniyle, daha fazla su kaybı rapor edilmiştir (Daane ve diğerleri, 1995).

Çevresel N kirliliği ile ilgili artan endişeler nedeniyle, şeftali ağaçlarında N alım verimliliğini artırmaya yönelik farklı yaklaşımlardan birisi de, yapraktan üre uygulamalarıdır. Bunun yanısıra daha hassas tekniklerin (15N gibi) kullanımı ile özellikle sonbaharda yaprak yaşlanmasından önce uygulandığında, şeftali ağaçlarına N sağlamanın etkili bir yöntemi olduğu kanıtlanmıştır (Rosecrance ve diğerleri, 1998a; Furuya ve Umemiya, 2002). Uygulama sezonda çok geç yapılmadığı sürece yapraktan üre alımının %60-70 olduğu tahminleri bildirilmiştir (Rosecrance ve diğerleri,1998b; Tagliavini ve diğerleri, 1998). Bu N'nin çoğu daha sonra yapraktan taşınır ve bir sonraki baharda yeni yılın büyümesinde kullanılmak üzere ağacın çok yıllık yapılarında depolanır. Yapraktan üre uygulamalarında vejetasyonun ilk dönemlerinde %1 gibi düşük konsantrasyonlar fitotoksititeyi engellemek için kullanılmışsa da bu

değerin toplam N ihtiyacını karşılamaktan çok uzak kaldığı belirlenmiş ve sonbaharda daha yüksek konsantrasyonlar (% 5-10) veya çoklu spreyler şeklinde uygulamalara geçiş yapılmıştır. Yapraktan üre uygulanması ile toplam N ihtiyacını karşılama yaklaşımları meyve boyutunda bir azalmaya yol açmış, bu olumsuz durum ise, toprağa uygulanan N'nin yarısının sonbaharda yapraktan üre uygulamasına dönüştürülmesi ile giderilebilmiştir (Johnson ve diğerleri, 2001; Johnson, 2008).

N kullanım verimliliğini artırmaya yönelik diğer yaklaşımlarda, gübrelerin düşük hacimli bir sulama sistemiyle uygulanması (fertigasyon), genel olarak, serpme gübrelemeye kıyasla çok daha az gübrenin (bazen yaklaşık yarısı kadar) kullanılabileceğini ve yine de aynı büyüme ve yaprak N tepkisine sahip olduğunu göstermiştir (Neilsen ve diğerleri, 1999, Johnson, 2008). Yapılan araştırmalarda meyve dönemindeki bir şeftali bahçesinde hızlı sürgün büyümesinden erken sonbahara kadar olan dönemde 0,5 ila 1,0 kg N/ha/gün arasında erken ve geç olgunlaşan çeşitler için de benzer şekilde bir azot ihtiyacının olduğu tahmin edilmektedir (Rufat ve DeJong, 2001; Policarpo ve diğerleri, 2002). İlkbaharın başlarında ve özellikle yapraklar yaşlanmaya başladıktan sonra sonbaharın sonlarında, alım oranı çok daha düşüktür. Şiddetli noksanlık genellikle yaz ortası yaprak N konsantrasyonlarında %2,2 ile %2,4'ün altında gözlenir (Tablo 3). Çoğu durumda yaprak N konsantrasyonlarını %3.0'ün biraz altında tutmak tavsiye edilir (Johnson ve Uriu, 1989; Tingyao ve diğerleri 2023).

Fosfor

Fosfor (P), bitkilerde enerji depolayan, aktaran ve kullanan bileşiklerde anahtar faktördür. Ayrıca DNA'nın yapı taşları olan nükleik asitlerde bulunur.

Özellikle dikim sırasında standart bir uygulama olarak P gübrelemesi önerilmektedir. Yaz ortası yaprak P seviyesinin %0,09 ila %0,11'in altında olması genellikle yetersiz kabul edilir (Tablo 3) (Şekil 5) (Leece ve diğerleri, 1971; Robinson ve diğerleri, 1997). Bu değerlerin çok üzerindeki P, Zn eksikliğini şiddetlendirebilir. Uygulanacak fosforlu gübrelerin miktarlarının tespitinde buna dikkat etmek gerekir



Şekil 5. Şeftalilerde fosfor noksanlık belirtisi (Anonim 2023)

Potasyum

Potasyum (K) bitkiler içinde, hücrelerin içinde ve dışında kolayca hareket edebilir. Bu özelliği nedeniyle K, hücre turgorunun korunmasında ve stomaların açılıp kapanmasında önemli bir rol oynar. Aynı zamanda birçok farklı enzim sisteminin aktivatörüdür. Genellikle modern şeftali bahçelerinde önemli bir sorun değildir (Johnson ve Uriu, 1989; Weir ve Cresswell, 1993). Eksiklik, genellikle standart bir uygulama olarak tavsiye edilen K içeren gübrelerle kolayca düzeltilebilir. Şeftali meyvelerindeki K miktarı nispeten yüksektir, bu nedenle yüksek verimli ağaçlarda meyve bahçesinden K eksiltilmesi önemli olabilir.

K eksikliğinin en karakteristik semptomu, yaz ortasında ortaya çıkan soluk yeşil yaprak rengi ve yaprak yuvarlaklaşmasıdır (Şekil 6) (Weir ve Cresswell, 1993). Sonunda yaprak kenarlarında nekroz meydana gelebilir ve bu da 'kavrulmuş' bir görünüm oluşturur. Şiddetli noksanlıkta sürgün büyümesi engellenir ve bu da küçük, gelişmemiş bir ağaç görüntüsü ortaya çıkarır.



Şekil 6. Şeftalide şiddetli P noksanlığı, sağda noksanlığın sebep olabileceği yapraklarda yuvarlaklaşma (Anonim, 2023).

Yaz ortası yaprak K değerinin %0,75 ila %1,0'in altında olması (Tablo 3) kesin bir noksanlığa işaret eder ve bu durumdaki K gübrelemesi genellikle olumlu bir yanıt sağlar. %1,0 ile %2,0 arasındaki değerler düşük veya marjinal kabul edilir (Leece ve diğerleri, 1971; Robinson ve diğerleri, 1997, Johnson, 2008). Normal, verimli şeftali bahçelerinde bu değerler %2.0 ile %3.0 K arasındadır. K noksanlığının düzeltilmesi, çeşitli K içerikli gübre formülasyonlarının toprak uygulamaları ile gerçekleştirilir. K toksisitesi bildirilmemiş olmasına rağmen, fazlalığı toprakta kolayca katyon dengesizliğine yol açabilir ve Mg gibi diğer besinlerin eksikliklerine neden olabilir (Weir ve Cresswell, 1993).

Kalsiyum

Kalsiyum (Ca), hücre duvarlarının ve zarlarının önemli bir bileşenidir. Bunların işlevlerini yerine getirmelerinde rol oynar. Ayrıca polen çimlenmesi, hücre bölünmesi, çevresel sinyalleşme ve hücreleri toksinlerden koruma ile de ilgilidir. Şeftali yetiştiriciliğinde kalsiyum eksikliği ciddi bir problem olarak bildirilmemiştir. Bununla birlikte eksiklik durumunda ilk semptomların kök büyümesinde azalmayla başladığı ifade edilmektedir. Şeftali yaprakları için noksanlık eşikleri genellikle %1,0 olarak belirlenmiştir (Tablo 3) (Weir ve Cresswell, 1993; Robinson ve diğerleri, 1997). Ca hücre duvarlarında bulunduğundan, hücre sertliği ve meyve sertliği ile ilişkilendirilmiştir. Hasat öncesi Ca sprey uygulamalarının meyve çürümesini azalttığı, sertliği koruduğu ve şeftalilerin lezzetini, aromasını ve görünümünü geliştirdiğine dair çalışmalar vardır (Adaskaveg ve diğerleri, 1992; Biggs ve diğerleri, 1997).

Magnezyum

Magnezyum (Mg), klorofil molekülünün bir parçası olup, birçok farklı enzimin aktivatörü olarak işlev görür. Dünyada şeftali yetiştirilen bölgelerin çoğunda Mg eksikliği önemli bir sorun olarak kabul edilmez. Ancak, Mg eksiklik durumu; çok kumlu asidik topraklara sahip bazı yerlerde, özellikle yüksek yağış veya aşırı sulama nedeniyle aşırı yıkanma varsa meydana gelebilir. Bunun yanında, K ve Ca içeren yoğun gübrelemeler Mg eksikliğine neden olabilir. Bu besinler, topraktaki katyon değişim yerleri için Mg ile rekabet eder. Mg noksanlığının meydana geldiği yetiştirme alanlarında şeftalinin diğer meyve ağaçlarına ve asmalara göre daha az etkilendiği düşünülmektedir (Weir ve Cresswell, 1993). Mg eksikliği belirtileri, yaşlı yaprakların uçlarında ve kenarlarında soluk yeşil bir renk değişikliği olarak başlar (Şekil 7). Etkilenen bölge parlak sarı bir kloroza dönüşür ve sonunda bir miktar belirgin nekrozlar oluşabilir. Klorotik alanlar içinde kırmızımsı kahverengi alanlar gelişebilir. Yaprağın tabanındaki üçgen alan yeşil kalır, bazen yapraklarda ıslaklık görünümü ile başlayan damarlar arası nekrotik lekelenme belirginleşir (Şekil 7) (Beyers ve Terblanche, 1971; Weir ve Cresswell, 1993; Johnson, 2008). Yaz ortasında alınan örneklerde %0,20 ila %0,25 altındaki Mg seviyeleri eksiklik olarak tanımlanır (Tablo 3). Şiddetli noksanlıkta sürgün büyümesinin duraklaması, çiçek tomurcuğu oluşumunun engellenmesi ve verimin büyük ölçüde azalması önemli belirtileridir. Gelişen meyveler küçüktür, renkleri zayıftır ve genellikle olgunlaşmazlar (Leece ve diğerleri, 1971; Sánchez, 1999). Yapraktan yapılan Mg içerikli sprey uygulamaları kısa sürede eksikliğin giderilmesinde etkin çözüm olarak bildirilmektedir (Beyers ve Terblanche, 1971).



Şekil 7. Yapraklarda Mg eksikliğinde ortaya çıkan lekelenmeler (Anonim, 2023)

Kükürt

Kükürt (S), iki amino asidin bir parçası olduğu için birçok protein ve enzimin bir bileşenidir. Şeftali yetiştirilen bölgelerde S eksikliğine nadiren rastlanır. Yetiştiricilik için yeterlilik seviyeleri %0,14 ile %0,25 arasında belirlenmiştir (Tablo 3). S eksikliği semptomları, büyümede azalma, yapraklarda küçülme ve sararma semptomları ile N eksikliğine çok benzer. Temel fark, S noksanlığının sürgünün ucundaki genç yapraklarda başlama eğiliminde olmasıdır.

Çinko

Çinko (Zn), 80'den fazla protein içeriğinde bulunan ve bitkilerde birçok fonksiyonda yer alan besin elementidir. Ayrıca, oksin hormonunun oluşumunda etkindir. Oksin eksikliği, Zn eksikliğinin karakteristik semptomlarından biri olan yaprak ve sürgünlerin bodurlaşmasına yol açar. Şeftali yetiştirilen birçok alanda Zn eksikliği ile ilgili raporlar vardır. Özellikle Zn noksanlığına şeftali ağaçları diğer birçok türden daha duyarlıdır (Swietlik, 2002). Eksikliğin ilk belirtileri, Mn eksikliğinden ayırt edilmesi zor olan damarlar arası klorozu gösterir. Eksiklik daha şiddetli hale geldikçe, boğum aralarının kısalması ve sürgünlerin uçlarındaki dar, sivri yapraklar, karakteristik rozetleşme veya küçük yaprak belirtileri verir. Bu nedenle *"küçük yapraklılık"* olarak ta bilinir (Şekil 8).



Şekil 8. Şeftali yapraklarında Zn eksiklik semptomları (Anonim, 2023 b)

Çinko eksikliği genellikle uygun olmayan toprak pH sı, organik madde dengesizliği ve fosforlu gübreler etkisi altındadır. Nitekim Zn eksikliğinin giderilmesinde her ne kadar toprak uygulamaları daha hesaplı ürünlerle (Çinko sülfat gibi) gerçekleştirilebilecekken, özellikle bu etmenler Zn eksikliğinin giderilmesine engel olabilirler. Bu nedenle akut etki için yapraktan şelatlı Zn spreyleri olumlu etki yapmaktadır. Sprey uygulamaların, bir önceki yılda eksiklik belirtilerinin olduğu bahçelerde yapraklı dönemdekilere oranla daha yüksek konsantrasyonlarda ilkbahar döneminde kullanılması da önerilebilir.

Mineral besinler yapraklara; kütikül ve epidermal duvarlardan penetrasyon şeklinde, plazmalemmanın yüzeyinde adsorpsiyon ile ve plazmalemmadan sitoplazmaya geçiş ile girmektedir. Kütikül, yaprak yüzeyinin en hidrofobik bileşenini oluşturan epikütikülar mumlarla kaplıdır. Bununla birlikte, bu mumlardaki süreksizlikler ve çatlaklar, yaprağa uygulanan besinlerin penetrasyonu için bir yol açar. Altta yatan kütin çok daha hidrofiliktir çünkü yapı taşları olan polyesterleştirilmiş hidroksi yağ asitleri polar gruplar içerir (Swietlik, 1999).

Kütiküler penetrasyonu takiben Zn için absorpsiyon yolları hakkındaki bilgilerimiz hala çok sınırlıdır. Zn, kütikuladan geçtikten sonra hücre duvarlarının serbest alanından (apoplast) vasküler dokuya yayılabilir ve burada floem içine yüklendikten sonra yapraktan dışarı taşınabilir. Alternatif olarak, yanal ve içe doğru difüzyondan sonra Zn, negatif yüklü bölgelere adsorbe edilebilir ve yaprak mezofil dokusunun apoplastında kalabilir. Yapraktan Zn

absorpsiyonunun başka bir yolu, plazmalemma ve yaprak mezofilinin (simplast) sitozolünden vasküler dokuya taşınmasını içerebilir. Sert çekirdekli meyve türlerinde yapraktan yapılan Zn uygulamaları ekolojiye, kullanım zamanına ve türe göre değişkenlik göstereceği bilinmelidir. Yapılan çalışmalar, bazı türlerde olduğu gibi şeftalide yaprak uygulamalarının çiçeklenme öncesinde yapılması daha olumlu sonuçlar doğuracağını ifade etmektedir (Swietlik, 2002, Sidhu ve diğerleri, 2012).

Bor

Bor (B), bitki büyümesi ve gelişmesi için gerekli bir besin maddesidir. Eksikliği, polen tüpü büyümesi, şeker taşınması, meristem büyümesi, hücre duvarı sentezi, hormon üretimi ve zar bütünlüğü dahil olmak üzere birçok bitki sürecini etkileyebilir. Şeftali B noksanlığına diğer bitkilerin çoğundan daha az hassastır. Daha yeni araştırmalar, B'nin şeftali ve elma gibi sorbitol açısından zengin bitkilerde çok hareketli olduğunu göstermektedir (Brown ve Hu, 1996). B'nin şeftalideki yüksek hareketliliği, aynı zamanda onu diğer birçok üründen daha fazla toksisiteye duyarlı hale getirir (Gupta ve diğerleri, 1985). Şeftali bahçelerinde topraktan uygulanan yüksek B miktarları genellikle toksiteye neden olurken, B toksisitesi bir kez tetiklendiğinde, sorunu hafifletmek birkaç yıl alabilir. İlkbaharda ölen ince dallar ve sürgünler B eksikliği için bir belirti olabilir. Bu sürgünlerdeki tomurcukların patlamaması, kahverengiye dönerek ölmesi semptomun devamıdır. Eksiklik şiddetli değilse, bu tomurcuklarda patlama gerçekleşebilir, sürgünler de yaz ortasına kadar normal büyümelerine devam edebilir. Meyve tutumu ve meyve bozuklukları genellikle herhangi bir yaprak semptomu olmaksızın ortaya çıkar, bu da döllenme süreçlerinin B eksikliğine özel duyarlılığını gösterir (Shear ve Faust, 1980, Johnson, 2008).

B toksisitesi, eksikliği ile kolayca karıştırılabilecek semptomlara sahiptir (Neilsen ve diğerleri, 1985). Noksanlıkta olduğu gibi, toksisitenin ilk belirtisi ilkbaharda veya yazın başlarında sürgünlerin ölmesidir (Dye ve diğerleri, 1984, Johnson, 2008). Toksitite için eşik yaklaşık 80 ila 100 ppm olarak bildirilmiştir (Leece ve diğerleri, 1971; Robinson ve diğerleri, 1997).

Noksanlığının giderilmesinde en doğru yöntem yaprak sprey uygulamalarıdır (0,5-2 kg/ha).

Demir

Bitki hücrelerinde demir (Fe), bir oksidasyon durumundan diğerine kolaylıkla dönüştürülebilir ve bu süreçte enerjiden vazgeçilebilir (veya tutulabilir). Bu nedenle, ana rolü, fotosentez ve solunum işlemleri sırasında enerji transferindedir. Meyve bahçesi topraklarında Fe noksanlığı çok nadirdir. Bununla birlikte, yüksek pH'lı (7,5 ila 8,5) kireçli toprak koşullarında, Fe ağaç içinde hareketsizleşerek kirecin neden olduğu veya demir klorozu adı verilen bir duruma yol açabilir. Şeftali ağaçları bu tür Fe noksanlığına karşı özellikle hassastır, bu yüzden, dünya genelinde şeftali yetiştirilen birçok alanda önemli bir sorundur (Tagliavini ve diğerleri, 2002; Johnson, 2008).

Demir klorozunun karakteristik semptomları, yapraklarda damarların yeşil kaldığı ancak aradaki tüm alanların sarardığı bir "ağ" görünümüdür (Şekil 9) (Weir ve Cresswell, 1993; Johnson, 2008). Genç yapraklarla başlar ancak sonunda tüm ağaca yayılabilir. Şiddetli noksanlıkta sürgün büyümesi, çiçeklenme, meyve üretimi ve meyve büyüklüğü büyük ölçüde azalır (Sanz ve diğerleri, 1997b).



Şekil 9. Şeftali yapraklarında ve bahçesinde demir klorozu (Anonim, 2023c,d)

Yapılan araştırmaların sonuçları değerlendirildiğinde, pH ve bikarbonat seviyeleri gibi çeşitli faktörler, bitkideki Fe'nin kullanılamaz hale gelmesine neden olabilir (Köseoğlu, 1995; Morales ve diğerleri, 1998). Farklı malzemelerle yapılan yaprak uygulamaları değişken sonuçlar vermiştir ve etkili olduklarında semptomların yalnızca geçici olarak düzeltilmesini sağlamaktadır (Reed ve diğerleri, 1988; Vizzotto ve Costa, 1995). Şiddetli noksanlık durumlarında sıklıkla başvurulan gövdeye enjeksiyon tedavileri biraz daha iyi

sonuç verme eğiliminde olsa da çok daha emek yoğun olması ve kalıcı düzelmenin sağlanamaması nedeniyle kullanımı sınırlı kalmıştır (Yoshikawa, 1988, Johnson, 2008).

Pahallı bir uygulama olsa da Fe EDDHA (etilendiamindi (o-hidroksifenil) asetik asit) gibi şelatlı malzemelerin toprağa uygulanması daha etkili tedavileri sağlayabilir (Reed ve diğerleri, 1988; Sanz ve diğerleri, 1997a). Nihayetinde en iyi çözüm, asitleştirici ürünlerle bitkinin kök çevresindeki toprak pH'ını düşürmek olabilir (Johnson ve Uriu, 1989).

Mn

Manganez (Mn), fotosentezde önemli bir rol oynar ve ayrıca bir dizi enzim sistemini aktive eder. Eksikliği, dünya genelinde şeftali yetiştirilen alanların çoğunda belgelenmiştir. Genel olarak, gözlemlenen semptomlar oldukça küçüktür ve verim ve vejetatif büyüme belirgin şekilde etkilenmediği için ciddi bir problem olarak kabul edilmez (Johnson ve Uriu, 1989; Weir ve Cresswell, 1993; Gil Salaya, 2000). Hemen hemen tüm besin eksikliği tabloları, yaz ortasındaki yapraklarda 20 ppm'nin şeftali için eşik değer olduğunu göstermektedir (Tablo 3) (Leece ve diğerleri, 1971; Johnson ve Uriu, 1989; Weir ve Cresswell, 1993; Robinson ve diğerleri, 1997). İlkbaharda yapraktan $MnSO_4$ spreyinin semptomları hafifletmede en etkili yöntem olarak kabul edilmektedir (Johnson, 2008).

Cu

Fotosentez sırasında enerji transferini sağlamak bitkilerde ana rolü olarak bilinir bunun yanında diğer birçok bitki metabolik faaliyetinde de yer alır. Bakır (Cu) etkin ve ucuz geniş spektrumlu bir fungusit olarak kullanıldığından dolayı şeftali bahçelerinde eksikliğine dair problemler yok denecek kadar azdır. Yaz ortası yapraklarında eksiklik eşiği genellikle 3 ppm olarak belirtilmektedir (Tablo 3).

Modern meyvecilik, artan dünya nüfusu için gıda üretme ihtiyacı ve çevreye verilen zararı en aza indirmek gibi birbiriyle çelişen iki hedefi de başarmak zorundadır. Sürdürülebilirlik olarak bilinen bu süreç için son yıllarda pek çok teknolojik yenilikler araştırmalara konu olmuştur. Bu çalışma başlıkları içinde; bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin daha kolay alımını

sağlayan mekanzimalara sahip olmaları, hormon üretimi, hastalık ve zararlılarla biyolojik mücadele, daha az gübre kullanım imkânı gibi bir çok etki mekanzimaları ile daha sürdürülebilir yetiştiriciliğe imkan veren yararlı mikroorganizmalar önemli bir yere sahiptir.

Yararlı mikroorganizma grupları içindekilerden biri olan; serbest yaşayan, bitkisel gelişimi teşvik eden, biyolojik savaş ajanı veya biyolojik gübre olarak kullanılan mikroorganizmalara bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) adı verilmektedir. Bu bakteriler daha çok *Acetobacter, Acinetobacter, Achromobacter, Aereobacter, Agrobacterium, Alcaligenes, Artrobacter, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Burkholderia, Clostridium, Enterobacter, Erwinia, Flavobacterium, Klebsiella, Micrococcus, Pseudomonas, Rhizobium, Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerine aittir. Genellikle bitki kök bölgesinde rizosfer olarak bilinen alanda ve filosfer olarak adlandırılan bitkinin yaprak yüzeylerinde kolonize olarak işlevsel olan türlerdir. Bitki kökleri tarafından kimyasal, fiziksel ve biyolojik olarak etkilenen ve kökleri çevreleyip toprak bölgesi olan rizosfer, mikroorganizmaların proliferasyonu için oldukça uygun bir ortamdır ve bitki sağlığı ve toprak verimliliği üzerine bir potansiyele sahiptir (Çakmakçı, 2005, Ertürk, 2022). PGPR' lar oksin, sitokinin ve giberellin gibi bitki gelişim regulatörleriyle veya bitkide etileni azaltarak, inorganik fosfatı çözerek ve organik fosfatı ve besinleri mineralize ederek, atmosferik azotun asimbiyotik fiksasyonunu sağlayarak ve hastalıklara dayanıklılık mekanizmalarını uyararak (uyarılmış sistemik dayanıklılık) bitki gelişiminde doğrudan etki ederler. Hastalıkları azaltan biyokontrol ajanları gibi davranarak veya kirli topraklarda xenobiyotikleri parçalayarak bitkileri koruma veya diğer yararlı simbiyozları teşvik ederek rol oynayarak dolaylı etkili olur. Bunun yanında, bitkilerin kuraklık, yüksek tuzluluk, metal toksisitesi ve pestisit fazlalığı gibi streslere karşı toleransını da artırır (Bashan and de-Bashan, 2014, Ertürk, 2022).

Bitki mineral alımını iyileştirme kapasiteleri nedeniyle bitki performansı ve beslenmesinde önemli bir rol oynayan AMF olarak piyasada yer alan funguslar da diğer yararlı mikroorganizma grubunun önemli üyelerindendir. Bunlar, özellikle fosfor mobilize edici ürünler olarak daha da önem kazanmaktadırlar. AMF simbiyozu, temel olarak Ca^{+2}, Fe^{+3} ve Al^{+3} olan iki ve üç değerlikli katyonlar ile etkileşimler nedeniyle, toprakta nispeten hareketsiz

ve çözünmeyen fosfat iyonlarının alımını arttırmak için özellikle önemlidir (Fitter ve diğerleri, 2011). Bu fonksiyonların temellerinin genellikle, AMF'nin yüzey alanını (yukarı) genişletebilen bir harici hif ağı geliştirme kapasitesine (40 kata kadar) ve ayrıca besin alımı için, enzimleri üretmeleri (fosfatın hidrolize edilmesi için fosfatazların salgılanması gibi) ve/veya dışarı attıkları organik maddelere atfedilmektedir (Marschner, 1998). AMF'nin sadece bitki beslenmesini (biyogübreler) iyileştirmekle kalmayıp aynı zamanda bitkinin fitohormon dengesine müdahale ederek bitki gelişimini (biyoregülatörler) etkilediği ve çevresel streslerin etkilerini (biyoprotektör) hafiflettiği araştırma sonuçları ile rapor edilmiştir (Ertürk, 2022). AMF lerin, bitkilerin ikincil metabolizmasında sağlığa faydalı olan fitokimyasalların (sekonder metabolitlerin) biyosentezini sağlayan değişiklikleri indükleyebileceği bildirilmiştir. AMF nin tuzdan etkilenen bitkilerin yapraklarında süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), peroksidaz (POD) ve askorbat peroksidaz (APX) gibi reaktif oksijen türlerini (ROS) süpürücü enzimlerin artmasını teşvik ettiği, AMF ile aşılanmış bitkilerde mikorizal olmayan bitkilere kıyasla antioksidan enzimlerin daha yüksek aktivitesinin olduğu, mikorize bitkilerde daha düşük oksidatif hasarı gösteren daha düşük lipid peroksidasyonu birikiminin de sonucu olarak dayanıklılık sağlayabildiği bildirilmiştir (Rouphael ve diğerleri, 2015). Ayrıca, stoma iletkenliği ve net fotosentez AMF inoluklasyonu ile artabilmektedir (Hajiboland ve diğerleri, 2010). AMF, metallerin hareketsiz hale getirilmesiyle ağır metal kontaminasyonunun zararlı etkisini azaltmada etkili olabilir. Nitekim; ağır metallerin bitkiye girişine karşı (özellikle Cd, Pb ve Ni gibi) bariyer olabileceği bildirilmiştir (Mozafar ve diğerleri, 2002, Lee ve George 2005, Andrade ve Silveria, 2008, Kumar ve diğerleri, 2015).

Yukarıda ifade edilen alternatif olabilecek yararlı mikroorganizmaların sürdürülebilir meyve yetiştiriciliğinde gelecekte daha önemli olabileceği, bitki besleme için dışarıdan uygulanması gereken sentetik ürünlerin miktarının azaltılarak daha çevreci meyveciliğe imkân sağlayabileceği birçok araştırıcı tarafından belirtilmektedir. Saf ya da karışık kültür halinde tek başına veya diğer konvansiyonel ürünlerle birlikte kullanıma imkân sağlayabilecek solüsyonların oluşturulması ve bunların ticari ürün haline gelmesi için daha çok araştırmaya ihtiyaç vardır (Ertürk, 2022).

Makro ve mikro besin elementlerinin şeftalilerde etkisi ile ilgili bu bilgiler ışığında, şeftali bahçelerinde gübre programı oluştururken aşağıdaki gibi özetlenebilecek değerlendirmeler yapılabilir.

- Kullanılacak gübre miktarlarının belirlenmesinde öncelikle yaprak ve toprak analizlerinin gerekirse çiçek ve meyve analizlerinin yapılmasının daha doğru bir başlangıç olacağı unutulmamalıdır.
- Bitki beslemede, bitkinin anaç x çeşit ilişkileri, yaşı, yetiştirildiği ekoloji ve meyve yükü gibi pek çok faktörün etkili olabildiği, en doğru uygulamanın doğru zamanda, en uygun gübre formunun, bitkinin istediği miktarı en doğru yöntemle vermenin en önemli prensip olduğu unutulmamalıdır.
- İlkbahardan yaz başlangıcına kadarki süreçte hemen hemen eşit miktarlarda azot ve potasyum ilavesine dikkat edilmeli, fosfor ilavesinin de bu besin elementlerin hemen hemen yarısı kadar olmasına özen gösterilmelidir.
- Yaz ayları süresince ise yine daha yüksek miktarda potasyum, daha az miktarda azotlu gübre ilavesine özen gösterilmelidir.
- Hasat sonrası dönemde ise, bir miktar azot, bu miktardan biraz daha fazla olmak üzere potasyumlu gübre ilaveleri sağlıklı bir bitki besleme için göz önünde bulundurulmalıdır.
- Azotlu gübre uygulamalarında verilmesi gereken gübre miktarlarının en az 3 dönemde azar azar verilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Ayrıca azotlu gübre uygulamalarını yaz dönemlerinde azaltmak ta gerekir.
- Bitki besin elementi uygulamalarında yararlı mikroorganizmalardan da son dönemlerde karlılık ve sürdürülebilirlik açısından kullanıma ağırlık verildiği unutulmamalı, modern şeftali bahçelerinde, fosfor, azot, potasyum, çinko ve demir gibi birçok besin elementinin alımında bu mikroorganizmaların faydalı olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR

Andrade S. A. L, Silveria A. P. D. (2008). Mycorrhiza influence on maize development under Cd stress and P supply. Braz. J. Plant Physiol. 20, 39–50.

Anonim 2023a. https://fruitsandnuts.ucdavis.edu/peach-nectarine-deficiencies (30.07.2023).

Anonim 2023b. https://www.powerag.com/deficiencies/tree-fruit-zinc-deficiency/ (30.07.2023).

Anonim 2023c. https://extension.usu.edu/pests/ipm/notes_ag/fruit-iron-chlorosis (30.07.2023).

Anonim2023d. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2006_1017_Iron_deficiency_in_pe

Abrisqueta, J. M., O. Mounzer, S. Álvarez, W. Conejero, Y. García-Orellana, L. M. Tapia, J. Vera, I. Abrisqueta, and M. C. Ruiz-Sánchez. (2008). Root dynamics of peach trees submitted to partial rootzone drying and continuous deficit irrigation. *Agr. Water Manage.* doi: 10.1016/j.agwat.2008.03.003).

Adaskaveg, J.E., Ogawa, J.M. and Feliciano, A.J. (1992). Comparisons of calcium-based and fi lm-forming materials for control of brown rot of peach caused by *Monilinia fructicola*. *Phytopathology* 82, 1158.

Alvino, A., Magliulo, V. and Zerbi, G. (1986). Problems of peach (*Prunus persica*) tolerance to anaerobic conditions due to excess soil water. Rivista Ortofl orofrutticoltura Italiana 70, 263–270.

Allen, R.A., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Ayars, J.E., Johnson, R.S., Phene, C.J., Trout, T.J., Clark, D.A. and Mead, R.M. (2003). Water use by drip irrigated late season peaches. Irrigation Science 22, 187–194.

Baker, J.T., Mahan, J.R., Gitz, D.C., Lascano, R.J., Ephrath, J.E. (2013). Comparison of deficit irrigation scheduling methods that use canopy temperature measurements. Plant Biosyst. 147, 40–49.

Banyal, S. K., Sharma, D., & Jarial, K. (2015). Effect of nitrogen fertigation on yield and fruit quality of low chilling peaches under sub-tropical conditions of Himachal Pradesh. Indian Journal of Horticulture, 72(4), 457–460.

Bashan, Y., de-Bashan, L.E., Prabhu, S.R., Hernández, J.P. (2014). Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulation and practical perspectives (1998–2013). Plant Soil 378, 1–33.

Ben Mechlia N, Ghrab M, Zitouna R, Ben Mimoun B, Masmoudi M. (2002). Cumulative effect over five years of deficit irrigation on peach yield and quality. Acta Horticulturae, 592(42): 301–307.

Berman, M.E. and DeJong, T.M. (1996). Water stress and crop load effects on fruit fresh and dry weights in peach (*Prunus persica*). *Tree Physiology* 16, 859–864.

Besset, J., Genard, M., Girard, T., Serra, V. and Bussi, C. (2001). Effect of water stress applied during the final stage of rapid growth on peach trees (cv. Big-Top). *Scientia Horticulturae* 91, 289–303.

Beyers, E. and Terblanche, J.H. (1971). Identifi cation and control of trace element defi ciencies. VI. Magnesium defi ciency. *The Deciduous Fruit Grower* 21, 305–309.

Biggs, A.R., El-Kholi, M.M., El-Neshawy, S. and Nickerson, R. (1997). Effects of calcium salts on growth, polygalacturonase activity, and infection of peach fruit by *Monilinia fructicola*. *Plant Disease* 81, 399–403.

Black, B.L., R. Hill and G. Cardon. (2008). Orchard Irrigation: Peach. Utah State University. 1–4.

Brown, P.H. and Hu, H. (1996). Phloem mobility of boron is species dependent: evidence for phloem mobility in sorbitol-rich species. Annals of Botany 77, 497–505.

Bryla, D. R., Trout, T. J., & Ayars, J. E. (2003). Growth and production of young Peach trees irrigated by furrow, microjet, surface drip or subsurface drip systems. HortScience, 38(6), 1112–1116.

Bryla, D. R., Dickson, E., Shenk, R., Johnson, R. S., Crisosto, C. H., & Trout, T. J. (2005). Influence of Irrigation method and scheduling on patterns of soil and tree water status and its relation to yield and fruit quality in peach. HortScience, 40(7), 2118–2124.

Capra A, Consoli S, Scicolone B. (2008). Deficit irrigation: theory and practice. In: Alonso D, Iglesias H J, eds. Agricultural Irrigation Research Progress. Hauppauge: Nova Science Publishers, 53–83.

Chalmers, D.J., Mitchell, P.D. and Jerie, P.H. (1985). The relation between irrigation, growth and productivity of peach trees. Acta Horticulturae 173, 283–288.

Chaves M M, Maroco J P, Pereira J S. (2003). Understanding plant response to drought: from genes to the whole plant. Functional Plant Biology, 30(3): 239–264.

Chaves M M, Oliveira M M. (2004). Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. Journal of Experimental Botany, 55(407): 2365–2384.

Çakmakçı R. (2005). Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilerin Tarımda Kullanım. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg. 36 (1), 97-107.

Daane, K.M., Johnson, R.S., Michailides, T.J., Crisosto, C.H., Dlott, J.W., Ramirez, H.T., Yokota, G.Y. and Morgan, D.P. (1995). Excess nitrogen raises nectarine susceptibility to disease and insects. California Agriculture 49, 13–18.

Daniell, J.W. (1982). Effect of trickle irrigation on the growth and yield of 'Loring' peach trees. Journal of Horticultural Science 57, 393–399.

Dzikiti, S., Verreynne, J.S., Stuckens, J., Strever, A., Verstraeten, W.W., Swennen, R., Coppin, P. (2010). Determining the water status of Satsuma mandarin trees (*Citrus unshiu* Marcovitch) using spectral indices and by combining hyper spectral and physiological data. Agric. For. Meteorol. 150, 369–379.

do Paco, T.A., Ferreira, M.I., Pacheco, C.A. (2012). Scheduling peach orchard irrigation in water stress conditions: use of relative transpiration and predawn leaf water potential. Fruits 68, 147–158

Dukes M.D., M.L. Shedd, and S.L. Davis. (2015). Smart irrigation controllers: operation of evapotranspiration-based controllers. AE446. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. https://edis.ifas.ufl.edu/ae446

Duncan R. (2014). The scoop on fruits and nuts in Stanislaus County: drought irrigation strategies for peaches and almonds. Cooperative Extension of University of California, 19(1): 1– 3

Dye, M.H., Buchanan, L., Dorofaeff, F.D. and Beecroft, F.G. (1984). Boron toxicity in peach and nectarine trees in Otago. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 12, 303–313.

Ertürk Y. (2022). Biological Fertilizers-Containing Beneficial Microorganisms in Fruit Culture. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (1) , 71-92.

Fanwoua J, Bairam E, Delaire M, Buck-Sorlin G. (2014). The role of branch architecture in assimilate production and partitioning: the example of apple (*Malus domestica*). Frontiers of Plant Science, 5(338): 338

Fereres, E., Martinich, D.A., Aldrich, T.M., Castel, J.R., Holzapfel, E. and Schulbach, H. (1982) Drip irrigation saves money in young almond orchards. *California Agriculture* 36, 12–13.

Fereres E, Soriano M A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. Journal of Experimental Botany, 58, 147-159.

Fitter AH, Helgason T, Hodge A. (2011). Nutritional exchanges in the arbuscular mycorrhizal symbiosis: implications for sustainable agriculture. Fungal Biol. Rev. 25, 68–72.

Furuya, S. and Umemiya, Y. (2002). The infl uence of chemical forms on foliar-applied nitrogen absorption for peach trees. Acta Horticulturae 594, 97–103.

Gelly M, Recasens I, Mata M, Arbones A, Rufat J, Girona J, Marsal J. (2003). Effects of water deficit during stage II of peach fruit development and postharvest on fruit quality and ethylene production. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 78(3): 324–330.

Gelly, M., Recasens, I., Girona, J., Mata, M., Arbones, A., Rufat, J. and Marsal, J. (2004). Effects of stage II and postharvest defi cit irrigation on peach quality during maturation and after cold storage. Journal of the Science of Food and Agriculture 84, 561–568.

Gil Salaya, G.F. (2000). FrutiCultura la produccion de fruta. Fruta de climas templado y subtropical y uva de vino. Coleccion En Agricultura, Facultad De Agronomia E Ingenieria Forestal. Ediciones Universidad Catolica de Chile, Santiago.

Girona, J., Marsal, J., Mata, M., Arbones, A. and DeJong, T.M. (2004). A comparison of the combined effect of water stress and crop load on

fruit growth during different phenology stages in young peach trees. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 79, 308–315.

Glenn, D.M., W.V. Welker, and G.M. Greene. (1996). Sod competition in peach production: I. Managing Sod Proximity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121:666–669.

Goodwin, I., Whitfi eld, D.M. and Connor, D.J. (2006). Effects of tree size on water use of peach (Prunus persica L. Batsch). Irrigation Science 24, 59–68.

Gupta, U.C., Jame, Y.W., Campbell, C.A., Leyshon, A.J. and Nicholaichuk, W. (1985). Boron toxicity and deficiency: a review. *Canadian Journal of Soil Science* 65, 381–409.

Hajiboland R, Aliasgharzadeh N, Laiegh S F, Poschenreider C. (2010). Colonization with arbuscular mycorrhizal fungi improves salinity tolerance of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. Plant Soil 331, 313–327.

Handley, D.F. and Johnson, R.S. (2000) Late summer irrigation of water-stressed peach trees reduces fruit doubles and deep sutures. HortScience 35, 771.

Intrigliolo, D.S., Castel, R. (2004). Continuous measurements of plant and soil water status for irrigation scheduling in plum. Irrig. Sci. 23, 93–102.

Jaroszewska A. (2011). Quality of fruit cherry, peach and plum cultivated under different water and fertilization regimes. Journal of Elementology, 6(1): 51–58.

Johnson, R.S. and Uriu, K. (1989). Mineral nutrition. In: LaRue, J.H. and Johnson, R.S. (eds) Peaches, Plums, and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Publication No. 3331. University of California, Oakland, California, pp. 68–81.

Johnson, R.S., Rosecrance, R., Weinbaum, S., Andris, H. and Wang, J. (2001). Can we approach complete dependence on foliar-applied urea nitrogen in an early-maturing peach? Journal of the American Society for Horticultural Science 126, 364–370.

Johnson, R.S., Ayars, J. and Hsiao, T. (2002). Modeling young peach tree evapotranspiration. *Acta Horticulturae* 584, 107–113.

Johnson, R.S. (2008). Nutrient and Water Requirements of Peach Trees.(Chapt 13). The Peach Botany, Production and Uses. (*Edited by* Desmond R. Layne and Daniele Bassi). ISBN: 978 1 84593 386 9. p:303-331.

Johnson, R.S., Ayars, J. and Hsiao, T. (2004). Improving a model for predicting peach tree evapotranspiration. Acta Horticulturae 664, 341–346.

Johnson, R.S., Williams, L.E., Ayars, J.E. and Trout, T.J. (2005). Weighing lysimeters for studying tree and vine water relations. California Agriculture 59, 133–136.

Johnson, R.S., Andris, H., Day, K. and Beede, B. (2006). Using dormant shoots to determine the nutritional status of peach trees. Acta Horticulturae 721, 285–290.

Klein, I. (1993). Irrigation modeling of peach and nectarine. Acta Horticulturae 349, 225–228.

Kisekka, I., K.W. Migliaccio, M.D. Dukes, B. Schaffer, J.H. Crane, and K. Morgan. (2016). Evapotranspiration-based irrigation for agriculture: sources of evapotranspiration data for irrigation scheduling in Florida. AE455. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. https://edis.ifas.ufl.edu/ae455

Kobashi, K., Gemma, H. and Iwahore, S. (2000). Abscisic acid content and sugar metabolism of peaches grown under water stress. Journal of the American Society for Horticultural Science 125, 425–428.

Köseoglu, A.T. (1995). Investigations of relationships between iron status of peach leaves and soil properties. Journal of Plant Nutrition 18, 1845–1859.

Kriedemann P E, Goodwin I. (2003). Regulated deficit irrigation and partial rootzone drying. Canberra: Land and Water Australia.

Kumar P, Lucini L, Rouphael Y, Cardarelli C, Kalunke R M, Colla G. (2015). Insight into the role of grafting and arbuscular mycorrhiza on cadmium stress tolerance in tomato. Front Plant Sci. 6, 477.

Kumar, Amit & Verma, Pramod & Sharma, M. (2021). Irrigation Management in Stone Fruits. 10.1007/978-981-15-8920-1_6.

Larson, K.D., DeJong, T.M. and Johnson, R.S. (1988). Physiological and growth responses of mature peach trees to postharvest water stress. Journal of the American Society for Horticultural Science 113, 296–300.

Layne, R.E.C. and Tan, C.S. (1984). Long-term infl uence of irrigation and tree density on growth, survival and production of peach. Journal of the American Society for Horticultural Science 109, 795–799.

Layne, R.E.C., C.S. Tan, and D.M. Hunter. (1994). Cultivar, ground-cover, and irrigation treatments and their interactions affect long-term performance of peach trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119:12–19.

Leece, D.R. and Kenworthy, A.L. (1971) Effect of potassium nitrate foliar sprays on leaf nitrogen concentration and growth of peach trees. HortScience 6, 171–173.

Lee Y J, George E. (2005). Contribution of mycorrhizal hyphae to the uptake of metal cations by cucumber plants at two levels of phosphorus supply. Plant Soil 278, 361–370.

Liu X, Li F, Zhang Y, Yang Q. (2016). Effects of deficit irrigation on yield and nutritional quality of Arabica coffee (Coffea arabica) under different N rates in dry and hot region of southwest China. Agricultural Water Management, 172, 1-8.

Lobit, P., Soing, S., Genard, M. and Habib, R. (2001). Effects of timing of nitrogen fertilization on shoot development in peach (*Prunus persica*) trees. *Tree Physiology* 20, 35–42.

López GArbones A, Del Campo J, Mata M, Vallverdu X, Girona J, Marsal J. (2008). Response of peach trees to regulated deficit irrigation during stage II of fruit development and summer pruning. Spanish Journal of Agricultural Research, 6(3): 479–491

Marschner, H. (1998). Role of root growth, arbuscular mycorrhiza, and root exudates for the efficiency in nutrient acquisition. Field Crops Res. 56, 206.

Martí, P., Gasque, M., González-Altozano, P. (2013). An artificial neural network approach to the estimation of stem water potential from frequency tain reflectometry soil moisture measurements and meteorological data. Comp. Elect. Agric. 91, 75–86

Migliaccio K.W., T. Olczyk, Y. Li, R. Muñoz-Carpena, and T. Dispenza. (2015). Using tensiometers for vegetable irrigation scheduling in Miami-Dade County. ABE326. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. https://edis.ifas.ufl.edu/tr015

Montañes, L., Herar, L., Abadia, J. and Sanz, M. (1993). Plant analysis interpretation based on a new index: deviation from optimum percentage (DOP). Journal of Plant Nutrition 16, 1289–1308.

Morales, F., Grasa, R., Abadia, A. and Abadia, J. (1998). Iron chlorosis paradox in fruit trees. Journal of Plant Nutrition 21, 815–825.

Mounzer, Oussama H., Vera, Juan, Tapia, Luis M., García-Orellana, Yelitza, Conejero, Wenceslao, Abrisqueta, Isabel, Ruiz-Sánchez, Ma. Carmen, & Abrisqueta-García, José Ma.. (2008). Irrigation scheduling of peach trees (Prunus persica L.) by continuous measurement of soil water status. Agrociencia, *42*(8), 857-868.

Mozafar A, Ruh R, Klingel P, Gamper H, Egli S, Frossard E. (2002). Effect of heavy metal contaminated shooting range soils on mycorrhizal colonization of roots and mineral uptake of leek. Environ. Monit. Assess. 79, 177–191.

Nagy, A., Riczu, P., Tamás, J., Szabó, Z., Nyéki, J., & Soltész, M. (2012). Irrigation management of a peach orchard. International Journal of Horticultural Science, *18*(1), 19–24.

Naor, A., Klein, I., Hupert, H., Grinblat, Y., Peres, M. and Kaufman, A. (1999). Water stress and crop level interactions in relation to nectarine yield, fruit size distribution, and water potentials. Journal of the American Society for Horticultural Science 124, 189–193.

Naor, A., Stern, R., Peres, M., Greenblat, Y., Gal, Y. and Flaishman, M. (2005). Timing and severity of postharvest water stress affect following-year productivity and fruit quality of fi eld-grown 'Snow Queen' nectarine. Journal of the American Society for Horticultural Science 130, 806–812.

Naor A. (2006). Irrigation scheduling of peach deficit irrigation at different phenological stages and water stress assessment. Acta Horticulturae, 713(713): 339–349.

Neilsen, G.H., Yorstan, J., van Lierop, W. and Hoyt, P.B. (1985). Relationships between leaf and soil boron and boron toxicity of peaches in British Columbia. Canadian Journal of Soil Science 65, 213–217.

Neilsen, G.H., Neilsen, D. and Peryea, F. (1999). Response of soil and irrigated fruit trees to fertigation or broadcast application of nitrogen, phosphorus, and potassium. HortTechnology 9, 393–401.

Pinto C, Reginato G, Mesa K, Shinya P, Díaz M, Infante R. (2016). Monitoring the flesh softening and the ripening of peach during the last phase of growth on-tree. HortScience, 51(8): 995–1000.

Policarpo, M., Di Marco, L., Caruso, T., Gioacchini, P. and Tagliavini, M. (2002). Dynamics of nitrogen uptake and partitioning in early and late fruit ripening peach (*Prunus persica*) tree genotypes under a Mediterranean climate. *Plant and Soil* 239, 207–214.

Proebsting, E.L. Jr and Middleton, J.E. (1980). The behavior of peach and pear trees under extreme drought stress. Journal of the American Society for Horticultural Science 105, 380–385.

Rahmati M, Vercambre G, Davarynejad G, Bannayan M, Azizi M, Génard M. (2015). Water scarcity conditions affect peach fruit size and polyphenol contents more severely than other fruit quality traits. Journal of the Science of Food and Agriculture, 95(5): 1055–1065.

Razouk R., Kajjı A.,Hamadani A., Charafi J., Hssaini R., Bouda S., (2021).Yield and fruit quality of almond, peach and plum under regulated deficit irrigation. Front. Agr. Sci. Eng. 8(4): 583–593

Reed, D.W., Lyons, C.G. Jr and McEachern, G.R. (1988). Field evaluation of inorganic and chelated iron fertilizers as foliar sprays and soil application. *Journal of* Plant Nutrition 11, 1369–1378.

Ripoll J, Urban L, Staudt M, Lopez-Lauri F, Bidel L P R, Bertin N. (2014).Water shortage and quality of fleshy fruits—making the most of the unavoidable. Journal of Experimental Botany, 65 (15): 4097–4117.

Robinson, J.B., Treeby, M.T. and Stephenson, R.A. (1997). Fruits, vines and nuts. In: Reuter, D.J. and Robinson, J.B. (eds) Plant Analysis, An Interpretation Manual, 2nd edn. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia, pp. 349–382.

Rosecrance, R.C., Johnson, R.S. and Weinbaum, S.A. (1998a). The effect of timing of post-harvest foliar urea sprays on nitrogen absorption and partitioning in peach and nectarine trees. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 73, 856–861.

Rosecrance, R.C., Johnson, R.S. and Weinbaum, S.A. (1998b). Foliar uptake of urea-N by nectarine leaves: a reassessment. HortScience 33, 158.

Rouphael Y, Franken P, Schneider C, Schwarz D, Giovannetti M, Agnolucci M, Pascale S D, Bonini P & Colla G. (2015). Arbuscular mycorrhizal fungi act as biostimulants in horticultural crops. Scientia Horticulturae, *196*, 91-108.

Rufat, J. and DeJong, T.M. (2001). Estimating seasonal nitrogen dynamics in peach trees in response to nitrogen availability. Tree Physiology 21, 1133–1140.

Sánchez, E.E. (1999). Nutricion mineral de frutales de pepita y carozo. Publicacion del Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria. Estacion Experimental Alto Valle de Rio Negro, Macrorregion Patagonia Norte, Argentina.

Sanz, M., Belkhodja, R., Toselli, M., Montañes, L., Abadia, A., Tagliavini, M., Marangoni, B. and Abadia, J. (1997a). Floral analysis as a possible tool for the prognosis of iron defi ciency in peach. Acta Horticulturae 448, 241–245.

Sanz, M., Pascual, J. and Machin, J. (1997b). Prognosis and correction of iron chlorosis in peach trees: infl uence on fruit quality. Journal of Plant Nutrition 20, 1567–1572.

Sanz, M. (1999). Evaluation of interpretation of DRIS system during growing season of the peach tree: comparison with DOP method. Communications in Soil Science and Plant Analysis 30, 1025–1036.

Schaffer, B., Andersen, P.C. and Ploetz, R.C. (1992). Responses of fruit crops to fl ooding. Horticultural Reviews 13, 257–301.

Shear, C.B. and Faust, M. (1980). Nutritional ranges in deciduous tree fruits and nuts. Horticultural Reviews 2, 142–163.

Sidhu, Amandeep & Sidhu, B. & Brar, Jaswinder. (2012). Fruit yield and quality of peach (*Prunus persica* Batsch.) as influenced by differential application of zinc. HortFlora Research Spectrum. 1. 231-234.

Singh, R., Bhandari, A. R., & Thakur, B. C. (2002). Effect of drip irrigation regimes and plastic mulch on fruit growth and yield of apricot (*Prunus armeniaca*). Indian Journal of Agricultural Sciences, *72*(6), 355–357.

Sivanappan, R. K. (1994). Prospects of micro-irrigation in India. Irrigation and Drainage Systems,*8*, 49–58.

Steduto P, Hsiao T C, Fereres E, Raes D. (2012). Crop Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 66. FAO, Rome.

Steppe, K., de Pauw, D.J.W., Lemeur, R. (2008). A step towards new irrigation scheduling strategies using plant-based measurements and mathematical modelling. Irrig. Sci. 26, 505–517.

Swietlik, D. (1999). Zinc nutrition in horticultural crops. Horticultural Reviews 23: 109- 180. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Swietlik, D. (2002). Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. Acta Horticulturae, (594), 123–129.

Tagliavini, M., Scudellari, D., Marangoni, B. and Toselli, M. (1996). Nitrogen fertilization management in orchards to reconcile productivity and environmental aspects. Fertilizer Research 43, 93–102.

Tagliavini, M., Millard, P. and Quartieri, M. (1998). Storage of foliar-absorbed nitrogen and remobilization for spring growth in young nectarine (*Prunus persica* var. *nectarine*) trees. Tree Physiology 18, 203–207.

Tagliavini, M. and Marangoni, B. (2002). Major nutritional issues in deciduous fruit orchards of Northern Italy. HortTechnology 12, 26–31.

Tan, C.S., Layne, R.E.C. (1990). Irrigation scheduling for fruit crops. Ontario Ministry of Agriculture and food, ISSN 0225-7882.

Teviotdale, B.T., Ogawa, J.M., Nyland, G. and Kirkpatrick, B.C. (1989). Diseases. In: LaRue, J.H. and Johnson, R.S. (eds) Peaches, Plums, and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Publication No. 3331. University of California, Oakland, California, pp. 118–132.

Tingyao Cai, Luncheng You, Xue Yang, Shenglei Hao, Qi Shao, Haiyan Wang, Qingsong Zhang, Zhenling Cui, Yongliang Chen. (2023). Fertilization of peach for yield and quality, and optimization of nitrogen application rates in China: A meta-analysis, Scientia Horticulturae, 313,111917.

Verma, P., & Chandel, J. S. (2017). Effect of different levels of drip and basin irrigation on growth, yield, fruit quality and leaf nutrient contents of peach cv. Redhaven. The Bioscan, *2*(2), 1035–1039.

Vizzotto, G. and Costa, G. (1995). Chemical methods to overcome iron-chlorosis in peach trees. Acta Horticulturae 383, 429–436.

Walworth, J.L. and Sumner, M.E. (1987) The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Advances in Soil Science 6, 149–185.

Weir, R.G. and Cresswell, G.C. (1993). Plant Nutrient Disorders 1. Temperate and Subtropical Fruit and Nut Crops. Inkarta Press, Melbourne, Australia.

Yoshikawa, F.T. (1988). Correcting iron defi ciency of peach trees. Journal of Plant Nutrition 11, 1387–1396.

Zambrano, Carlos & Zotarelli, L. & Migliaccio, Katie & Beeson, Richard & Morgan, Kelly & Chaparro, Jose & Olmstead, Mercy. (2018). Irrigation Practices for Peaches in Florida. EDIS. 2018. 10.32473/edis-hs1316-2018.

Zhang, H.; Wang, D.; Gartung, J.L. (2017). Influence of Irrigation Scheduling Using Thermometry on Peach Tree Water Status and Yield under Different Irrigation Systems. Agronomy, *7*, 12. https://doi.org/10.3390/agronomy7010012

Zhou, Han-mi & Zhang, Fucang & Roger, Kjelgren & WU, Li-feng & Gong, Dao-zhi & Zhao, Na & Yin, Dong-xue & Xiang, You-zhen & LI, Zhi-jun. (2017). Peach yield and fruit quality is maintained under mild deficit irrigation in semi-arid China. Journal of Integrative Agriculture. 16. 1173-1183.

Zotarelli L., M.D. Dukes, and K.T. Morgan. (2016). Interpretation of soil moisture content to determine soil field capacity and avoid over-irrigating sandy soils using soil moisture sensors. AE460. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. https://edis.ifas.ufl.edu/ae460.